Francisco Odécio Sales
(Organizador)

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS:
Conhecimentos e pesquisas

Ano 2021

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS:
Conhecimentos e pesquisas

Ano 2021

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Ano 2021

Atena
Editora

Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Ano 2021

Formação interdisciplinar das ciências exatas: conhecimentos e pesquisas

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F723 Formação interdisciplinar das ciências exatas: conhecimentos e pesquisas / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-119-7
https://doi.org/10.22533/at.ed.197212806

1. Ciências exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A obra “Formação Interdisciplinar das Ciências Exatas: Conhecimentos e Pesquisas” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 10 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais. O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade. Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e a sociedade (como um todo) frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiriço do conhecimento, o que – inclusive – sempre caracterizou as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

O USO DA LINGUAGEM MATEMÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 14/05/2021

José Rafael dos Santos
Colégio Estadual João Francisco da Silva
Sítio do Quinto - Bahia
http://lattes.cnpq.br/6908916453494929

Fernanda dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
São Cristovão- Sergipe
http://lattes.cnpq.br/5101325633598865

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo apresentar uma discussão sobre a importância do processo de matematização no ensino de física nos anos finais da educação básica. Buscamos mostrar os desafios enfrentados por professores no ensino dessa disciplina, como também, a necessidade de fazer com que os estudantes compreendam os processos matemáticos por trás dos conceitos e teorias da física e da inter-relação existente entre essas duas disciplinas. Tratou-se de um estudo que se encaixa numa perspectiva de pesquisa qualitativa, visto que nosso foco esteve na interpretação e discussão de trabalhos que versassem sobre a mesma temática. Para isso, realizamos uma revisão de literatura em periódicos nacionais e eventos na área de ensino de física em busca de artigos que falassem tanto da importância da matemática, da linguagem matemática no ensino de ciências, quanto das dificuldades associadas ao ensino da física enquanto disciplina escolar, destacando aspectos importantes para que possamos superar esse desafio.

PALAVRAS–CHAVE: Matemática, Ensino–Aprendizagem, Física.

THE USE OF MATHEMATICAL LANGUAGE FOR TEACHING PHYSICS IN BASIC EDUCATION

ABSTRACT: The present study aimed to present a discussion about the importance of the mathematization process in physics teaching in the final years of basic education. We sought to show the challenges faced by teachers in teaching this subject, as well as the need to make students understand the mathematical processes behind the concepts and theories of physics and the interrelationship between these two disciplines. This is a study that fits into a qualitative research perspective, since our focus was on the interpretation and discussion of works that deal with the same theme. To this end, we conducted a literature review of national journals and events in the area of physics teaching in search of articles that spoke both of the importance of mathematics, of mathematical language in science teaching, and of the difficulties associated with the teaching of physics as a school subject, highlighting important aspects so that we can overcome this challenge.

KEYWORDS: Mathematics, Teaching-Learning, Physics.

1 | INTRODUÇÃO

Muito se tem falado das dificuldades associadas ao ensino de ciências, dificuldades estas relacionadas aos conceitos abstratos, a pouca relação das disciplinas cientificas com o cotidiano dos educandos, dentre outros fatores vivenciados por alunos a professores. E quando nos referimos ao contexto das ciências exatas, temos o desafio de lidar com a linguagem matemática considerada, por muitos, como responsável pelo fracasso escolar dos alunos.

É inegável a necessidade dos estudantes apresentarem uma base matemática que os auxiliem na compreensão de conceitos científicos, especialmente em disciplinas como a física. Segundo Pietrocola (2002, p. 90), a matemática está "alojada de forma definitiva no seio da física. Isto fica claro quando nos voltamos para os produtos da sua atividade científica". Em consonância com o pensamento de Pietrocola (2002), Andrade e Oliveira (2018, p.4) apontam que o principal desafio "para o aprendizado de física decorre da grande deficiência que os alunos apresentam em matemática básica e na interpretação dos exercícios".

Assim, a matemática é tomada como ferramenta essencial para o ensino de física. Por meio da linguagem matemática, modelos matemáticos são elaborados visando facilitar a compreensão e interpretação de problemas que envolvem fenômenos físicos.

A linguagem matemática pode ser vista como um processo epistemológico escolhido pela física como um meio de se expressar. E como toda linguagem, a matemática, possui seus símbolos, signos e sistemas de representação. Dominar essa linguagem, para a ciência, é o ponto chave na compreensão de conhecimentos (MENDES; BATISTA, 2016).

Para Batista (2004, p. 468) "[...] a linguagem matemática tem sua própria lógica, que é relativamente independente da lógica de um processo físico e, por essa razão, reproduz o conteúdo físico indiretamente". Porém, é preciso que professores e alunos compreendam que física não é matemática e que a linguagem matemática não substitui o conhecimento físico. A redução da Física à pura técnica como à técnica experimental e, em outros casos, à técnica matemática para a dedução lógica de consequências dos axiomas da teoria, evita questionamentos conceituais no seu ensino e gera uma formação limitada, estreita e acrítica.

O matemático não deve ser para o físico um simples fornecedor de fórmulas; é importante compreendermos que ambos são colaboradores. A física matemática e a análise pura não são apenas potências limítrofes, que mantêm boas relações; mas penetram-se mutuamente, e seu espírito é o mesmo (POINCARÉ, 1995).

Entretanto, como apontam pesquisas que versam sobre ensino-aprendizagem, a matemática enquanto disciplina, tem sido um obstáculo enfrentado pelos alunos na disciplina de física, tanto na educação básica quanto no ensino superior. Na educação básica, por exemplo, a matemática é fator estruturante na compreensão de conceitos

físicos. Apesar de alguns estudos apontarem os malefícios da matematização nessa etapa de escolaridade, seu uso é imprescindível na compreensão de conceitos e teorias.

Como afirmam Matties e colaboradores (2015, p.1) o uso e interpretação “da matemática nas aulas de física são pontos básicos e muito importantes para entender e trabalhar essa ciência”. Porém, conforme Mendes e Batista (2016, p.758), muitos professores ainda “não conseguem definir o papel da matematização nem a relação entre a Matemática e a Física no ensino de Física”.

Diante do exposto, esse estudo tem por objetivo apresentar uma discussão sobre a importância do processo de matematização no ensino de física na educação básica, especificamente no ensino médio, apontando sua importância e os desafios enfrentados por professores e alunos nessa disciplina ao trabalhar conceitos que exigem conhecimentos da matemática.

Este estudo encontra-se numa perspectiva de pesquisa qualitativa, visto que nosso foco está na interpretação de dados, no caso, em compreender a importância da matemática para o ensino de física. Conforme afirmam Sampieri e colaboradores (2013), estudos qualitativos fundamentam-se numa lógica e em um processo indutivo, na qual a exploração, a descrição e a interpretação da realidade são necessárias para que se possam gerar perspectivas teóricas.

Nas próximas seções traremos uma breve revisão das pesquisas em ensino de física e matemática que versam sobre a problemática a ser trabalha em nosso estudo. Consideramos oportuno realizar uma análise das dificuldades associadas ao ensino de física, passando por propostas curriculares até a importância da matemática para essa disciplina, pois suas dificuldades não se resumem somente ao uso da linguagem matemática, e, por fim, nas considerações finais, abarcaremos e discutiremos os pontos mais relevantes abordados durante o estudo.

2 | AS PESQUISAS SOBRE O ENSINO DA MATEMÁTICA NA FÍSICA

Segundo Geymont (1997, p.319) em sua obra sobre Galileu, a Matemática, para Galileu era vista como o cimento das Ciências, a garantia de sua coerência e a defesa segura contra qualquer tentativa de acolher no mesmo edifício, ‘com distorções de palavras’, proposições de várias procedências incompatíveis entre si. Neste sentido a Matemática se constitui como um complemento indispensável da experiência, sendo o único instrumento capaz de transformar os dados recolhidos pela observação em autêntico conhecimento. Apesar de Galileu não conseguir medir toda a complexidade da matemática como instrumento, a importância que ele atribuiu a essa área de conhecimento, mantém-se, de qualquer maneira, fundamental.

A matemática, para Pietrocola (2002, p.110-111) é denominada como a linguagem que permite ao cientista estruturar seus pensamentos para que possa compreender o

mundo e o ensino de ciências deve propiciar meios para que os estudantes adquiram esta habilidade. "[...] não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias físicas que representam a realidade, mas saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática".

> [...] todas as leis, pois, provêm da experiência, mas para enunciá-la é preciso uma linguagem especial; a linguagem corrente é demasiado pobre, e aliás muito vaga para exprimir relações tão delicadas, tão ricas e tão preciosas. Eis portanto uma primeira razão pela qual o físico não pode prescindir da matemática; ela lhe fornece a única linguagem que ele pode falar (POINCARÉ, 1995, p. 91).

Trazendo esse contexto para o ensino de física, sabemos que os professores dessa disciplina gostariam que seus alunos chegassem à sala de aula com os pré-requisitos matemáticos fundamentais. Em contrapartida, os professores de Matemática não aceitam que sua disciplina seja pensada apenas como instrumento para outras disciplinas, e impõem uma programação que nem sempre se articula com os conhecimentos necessários a Física (PIETROCOLA, 2002).

Os professores de física tendem a acreditar que os discentes não conseguem acompanhar ou não se interessam pelos conteúdos ministrados em sala de aula devido a insuficiente formação matemática, esse tipo de raciocínio gera implicações para o ensino de ciências, especialmente na educação básica.

> No Ensino Médio, este problema assume contornos muitos específicos, devido ao caráter não profissionalizante do ensino. Na perspectiva de uma educação geral e formativa do cidadão, os compromissos do ensino não se vinculam apenas com as necessidades intrínsecas da atividade profissional do físico ou do cientista. O ensino de ciências no Ensino Médio não pode e não deve ser visto, como um estágio anterior a uma formação científica profissional. O pedágio anteriormente citado torna-se fardo insuportável para os alunos do Ensino médio, pois implica pedir aos mesmos que se submetam ao ensino de algo sem justificativa a priori. É preciso encontrar formas de mostrar qual o papel desempenhado pela Matemática na aprendizagem da Física, pois o desinteresse é a resposta frequentemente oferecida pelos alunos a um ensino de algo em que eles vislumbram a pertinência (PIETROCOLA, 2002, p.91).

É importante que os estudantes compreendam o papel que a matemática desempenha na ciência e na interpretação de fenômenos físicos. Saber manusear cálculos matemáticos não implica a base necessária para uma formação científica (SANTAROSA, 2013).

> Comumente a disciplina de matemática é responsável por muitas das retenções dos alunos, fato que pode gerar exclusões na vida escolar. Estas exclusões tornam-se fatores preocupantes quando observamos que elas refletem além da escola, implicando em aspectos da vida profissional dos alunos. Desta forma, conhecer os diferentes processos de ensino da matemática e discutir suas diferentes abordagens teóricas e sua função social

> é fundamental na formação e essencial para o desempenho escolar global (ANDRADE; OLIVEIRA, 2018, p.4).

Como afirma Pietrocola (2002, p. 106) “[...] não se trata apenas de saber Matemática para poder oberar as teorias físicas que representam a realidade, mas de saber aprender teoricamente o real através de uma estruturação matemática”. Para o autor a importância da matemática reside:

> [...] na sua capacidade de descrição sintética, pela exatidão na apresentação dos resultados na investigação e pela possibilidade de comunicação universal sobre algo que se crê existir na própria realidade, mas de saber aprender teoricamente o real através de uma estruturação matemática (PIETROCOLA, 2002, p.96).

Para Batista (2004, p.468) é importante reconhecer que “[...] a linguagem matemática tem sua própria lógica, que é relativamente independente da lógica de um processo físico e, por essa razão, reproduz o conteúdo físico indiretamente”. Por conta disso, professores e alunos devem compreender que física não é matemática e entender que a linguagem matemática, apesar de significante e necessário para a ciência, não substitui o conhecimento físico (MENDES; BATISTA, 2016).

3 I UMA BREVE ANÁLISE DAS DIFICULDADES ASSOCIADAS AO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Falar em ensino de física no Brasil é considerar o ensino dessa disciplina em outros países. Pois, as tendências passadas e atuais do ensino de física seguem peculiaridades nacionais e internacionais (MOREIRA, 2000).

Por muito tempo, convivemos com um ensino de ciências referenciado apenas por livros textos, apesar da experimentação ser considerada, a ênfase maior do ensino estava no uso dos livros. Contudo, com o passar dos anos, começa a vigorar propostas de projetos curriculares para o ensino da física na educação básica em países como Estados Unidos, Inglaterra e, posteriormente, seguindo as tendências internacionais, o Brasil.

> [...] os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a física (experimentos, demonstrações, projetos, “hands on”, história da física...), mas pouco ou nada se disseram como sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural (MOREIRA, 2000, p.95).

Dessa forma, é impossível, mesmo com tantas propostas curriculares, não se questionar em: como e o que ensinar? Quais as dificuldades associadas ao ensino-aprendizagem da física?

É importante compreendermos que da mesma forma da matemática, a física encontra-se em todos os lugares, desde a base tecnológica de instrumentos usados no

nosso dia-a-dia, até os conhecimentos necessários para o indivíduo exercer sua cidadania. Como ciência, possui modelos, teorias e formas de enxergar e interpretar o mundo. Mas por que seu ensino é visto como algo problemático?

Para Moreira (2021, p.1) os alunos não conseguem aprender física pois "[...] memorizam mecanicamente fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas em provas e esquecidas logo depois". O ensino e aprendizagem da ciência deve envolver conceitos, modelos, atividades experimentais que façam sentido para o aluno.

Associadas as dificuldades até aqui apresentadas, ainda contamos com a base matemática necessária no estudo da física. Como já citamos nesse estudo, a matemática na física apresenta-se como:

> [...] como linguagem da Física. Perspectiva que tem diferenciados matizes segundo o que se considere como "linguagem", e que por tanto, leva a que o ensino da Física seja o ensino de tal linguagem. Sendo a mais popular, aquela que considera o conjunto de algoritmos como uma linguagem. - A matemática como um fator estruturante do conhecimento físico. O qual significa que não somente serve para expressar os fenômenos físicos, mas possibilita os processos e as formas de proceder na construção do conhecimento físico. Assim, o ensino da Física consiste em ensinar formas de raciocinar e de proceder na construção do conhecimento físico, e, - A física como um campo de aplicação da matemática, a qual estabelece uma brecha entre as duas disciplinas, cuja relação é utilitarista. Em consequência, o ensino da física é a aplicação de axiomas e demais ferramentas da matemática, na descrição da natureza (VIZCAÍNO; TERRAZZAN, 2011, p.4).

No ensino de física, a compreensão de fenômenos físicos envolve diversos aspectos, dentre eles a compreensão da linguagem matemática, visto que, a física e a matemática compartilham conceitos, logo, como afirmam Vizcaíno e Terrazzan (2011, p.5) [...], "os processos da matemática são também processos na construção das teorias físicas, e vice-versa. O ensino da física então deve ter as duas formas de proceder".

O que podemos perceber até o momento, é que o ensino de física não se resume, apenas ao uso da matemática. No entanto, não se pode negar a inter-relação entre essas duas disciplinas, a matemática é vista em alguns estudos tanto como uma linguagem da física quanto como uma das formas de proceder na física. A compreensão de conceitos e teorias, muitas vezes, faz uso de conhecimentos matemáticos.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscamos mostrar até o momento a importância da matemática no ensino de física já que essas duas disciplinas conservam inter-relações entre seus processos de construção de conhecimento.

O ensino de física não é apenas a memorização de fórmulas matemáticas, envolve o uso de conceitos e teorias, a matemática é mais uma forma de representá-las. Existem

vários desafios a serem enfrentados no ensino da matemática e da física, como em outras disciplinas e, alguns desses desafios tivemos a oportunidade de mostrar e discutir durante o estudo, não trazendo soluções imediatas para a problemática em questão, mas apontando pontos que precisam ser refletidos pelos profissionais da educação.

Inúmeras pesquisas são criadas nas pós-graduações, criação de materiais instrucionais, propostas curriculares, visando superar alguns desses desafios, mas ainda enxergamos uma insuficiência de estudos que visem conscientizar professores e toda comunidade escolar das mudanças necessárias ao ensino sem que as disciplinas percam sua essência, mas passem a fazer sentido na vida do educando.

REFERÊNCIAS

ANDRADE; P.C.; OLIVEIRA, G.C. **Matemática básica aplicada ao ensino de física: relação entre competências e habilidades técnicas necessárias para a resolução de problemas de física segundo o INEP.** Ensino e Tecnologia em Pesquisa, v.2, n.1, p.3 – 20, 2018.

BATISTA, I.L. **O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica.** Ciên.Edu., Bauru,v.10,n.3,p.61-476,2004.

GEYMONAT, Ludovico. **Galileu Galilei.** Tradução de AGUIAR, Eliana. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

MATTIES, D.D.; LUCAS, G.P.; ATHAIDES, N.S.; MAHLMANN, C.M. **A importância da matemática básica nas aulas de física-realidade e desafios.** Seminário Institucional PIBID UNISC 2015. Universidade de Santa Crus do Sul-Santa Cruz do Sul/RS, 2015.

MENDES, G.H.G.I.; BATISTA, I.L. **Matematização e ensino de física: uma discussão de noções docentes.** Ciên.Edu., Bauru, v.22, n.3, p.757-771,2016.

MOREIRA, A.M. **Desafios no ensino da física. Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.43, suppl. 1, e20200451, 2021.

MOREIRA, A.M. **Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.22, n.1,2000.

MOREIRA, A.M. **Uma análise crítica do ensino de física. Estudos Avançados**, v.32, n. 94, 2018.

PIETROCOLA, M. **A matemática como estruturante do conhecimento físico.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.19, n.1, p. 89-109, 2002.

POINCARÉ, H. **O valor da ciência.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa.** 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTAROSA, M.C.P. **Os lugares da matemática a física e suas dificuldades contextuais: implicações para um sistema de ensino integrado.** Investigações em Ensino de Ciências, v.18, n.1, p215-235,2013.

VIZCAÍNO, D.; TERRAZZAN, E.A. **Na busca do significado da matemática no ensino da física.** Disponível em : http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0339-2.pdf . Acesso em 7 de maio de 2021.

CAPÍTULO 2

UFSC 100% ACESSÍVEL: MAPEAMENTOS PARA A CIDADANIA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 25/02/2021

Vivian da Silva Celestino Reginato
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Departamento de Engenharia Civil (ECV) – Centro Tecnoloógico (CTC). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG)
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0003-3543-7977

Cláudio Cesar Zimmermann
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Departamento de Engenharia Civil (ECV) – Centro Tecnoloógico (CTC). Tutor do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina
http://lattes.cnpq.br/4360453615968925

João Victor Hernandes Vianna Lemos Nappi
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduando em Engenharia Civil Bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0003-2000-4300

Ana Paula Albrecht de Sousa
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduanda do curso de Psicologia, bolsista PROBOLSAS
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0003-4651-2098

Bruno Eduardo Bestetti
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduando em Engenharia Civil Bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0001-7459-716X

Anthony Aliardi
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduando em Engenharia Civil Bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0002-2449-4100

Camila Matos de Aquino
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduanda em Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0001-7933-7797

André Felipe Bózio
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestrando no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG)
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0001-8670-5594

RESUMO: Atualmente a acessibilidade deve fazer parte das universidades em todas as esferas, pois o Ministério da Educação, a partir de 2015, através da Lei nº 13.146 “Estatuto da Pessoa com Deficiência”, passou a exigir que os cursos superiores se adequem aos requisitos relativos à acessibilidade. Com esta

nova demanda a UFSC tem promovido políticas de inclusão de Pessoas com Deficiência (PcD) nos cursos superiores. Mas apesar de todo esforço, devido à escassez de recursos por quais as universidades públicas vêm passando, os resultados advindos dessas ações não são suficientes para garantir a permanência de PcD na universidade, principalmente, quando relacionadas aos aspectos arquitetônicos e informacionais. O projeto ao qual este trabalho faz parte tem por objetivo realizar mapeamentos utilizando o Cadastro Multifinalitário como ferramenta para identificar demandas de acessibilidade, bem como indicar, através de tomada de decisão, intervenções arquitetônicas de forma a garantir o acesso e permanência de PcD nos *campi* da UFSC e torná-la 100% acessível. Para isto foi proposto o seguinte: levantamentos topográficos e cadastrais em edifícios da UFSC, externa e internamente; pesquisas sobre o público PcD da UFSC; mapeamento e cadastro de trajetos realizados por PcD através de questionários e levantamentos *in loco*; identificação de demandas e elaboração de projetos de intervenções arquitetônicas. Inicialmente, as metas e as etapas estabelecidas estão sendo aplicadas para identificar demandas no *campus* Professor David Ferreira Lima da UFSC, a fim de validar a metodologia e analisar a capacidade de contribuição do projeto dentro da abordagem centrada no usuário PcD.
PALAVRAS-CHAVE: Acessibilidade, Mapeamento, UFSC, Multidisciplinaridade, Pessoas com Deficiência (PcD).

100% ACCESSIBLE UFSC: MAPING FOR CITIZENSHIP

ABSTRACT: Currently, accessibility must be part of universities in all spheres, since the Ministry of Education, from 2015, through Law nº 13,146 “Statute of the Person with Disabilities”, started to demand that higher education courses be adapted to the requirements related to the accessibility. With this new demand, UFSC has been promoting policies for the inclusion of People with Disabilities in higher education courses. But despite all the efforts, due to the scarcity of resources that public universities have been experiencing, the results from these actions are not sufficient to guarantee the permanence of this people at university, especially when related to architectural and informational aspects. The project to which this work is part aims to carry out mappings to identify accessibility demands, as well as to indicate, through decision-making, architectural interventions in order to guarantee the access and permanence of this people on UFSC’s campuses and make it 100 % accessible. For this, the following method was proposed: topographic and cadastral surveys in UFSC buildings, externally and internally; research on UFSC’s People with Disabilities public; mapping of paths taken by PwD through questionnaires and on-site surveys; identification of demands and elaboration of architectural intervention projects. Initially, the goals and established steps are being applied to identify demands on the Professor David Ferreira Lima campus of UFSC, in order to validate the methodology and analyze the project’s contribution capacity within the user-centered approach.
KEYWORDS: Accessibility, Mapping, UFSC, Multidisciplinarity, People with Disabilities.

1 I INTRODUÇÃO

A luta pela acessibilidade perfaz um longo caminho histórico no Brasil, haja vista que há pouco tempo não era comum observarmos a entrada, bem como a permanência de Pessoas com Deficiência (PcD) em espaços escolares, tanto no ensino básico quanto no superior. O que se verifica atualmente se mantem e tem crescido por força das legislações. Existe uma infinidade de leis, decretos, portarias e normativos para definir e garantir acesso aos espaços escolares por PcD.

A educação inclusiva constitui um paradigma educacional fundamentado na concepção de direitos humanos, que conjuga igualdade e diferença como valores indissociáveis, e que avança em relação à ideia de equidade formal ao contextualizar as circunstâncias históricas da produção da exclusão dentro e fora da escola (BRASIL, 2008, p. 1).

Em 2015 ao entrar em vigor a lei nº 13.146, que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) ou Estatuto da Pessoa com Deficiência a educação passa a ser vista como um todo, podendo ser acessível em todos os níveis de existência da pessoa com deficiência. Esta Lei em seu artigo 27 destaca o direito à educação às pessoas com deficiência (BRASIL, 2015). A partir disto o MEC passou a exigir que os cursos superiores atendam a Lei, ou seja, as universidades precisam estar acessíveis seguindo a legislação em vigor para poderem oferecer seus cursos. Em síntese, a acessibilidade deve fazer parte das universidades em todas as esferas, seja nos ambientes físicos, na comunicação, nos materiais ou na didática dos professores. Porém, a acessibilidade requer planejamento e ações de inclusão, pois cada deficiência – física, visual, auditiva, intelectual, etc., exige ações de acessibilidade diferentes.

De acordo com Camargo (2017) a inclusão é uma prática social que se aplica no trabalho, na arquitetura, no lazer, na educação, na cultura, mas, principalmente, na atitude e no perceber das coisas, de si e do outrem. Na área de educação é necessário trabalhar com os conceitos de identidade, diferença e diversidade para construir metodologias, materiais e processos de comunicação de forma a atender ao que é comum e ao que é específico entre os estudantes (MANTOAN, 2004).

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2016 possuía mais de 30 mil estudantes e aproximadamente 177 PcD com diferentes deficiências. Muitos professores têm recebido alunos em sala de aula sem terem tempo hábil para realizar melhorias em sua didática de forma a permitir o aluno acesso ao conhecimento. A Coordenadoria de Acessibilidade Educacional (CAE) é um setor vinculado à Secretaria de Ações Afirmativas e Diversidades (SAAD) da UFSC e atua junto aos cursos de graduação e pós-graduação, atendendo ao princípio da garantia dos direitos das pessoas com deficiência, mediante a equiparação de oportunidades, visando à autonomia pessoal e acesso ao conhecimento. Assim, a CAE se organiza como um setor de referência para o planejamento e a execução

de ações em acessibilidade e inclusão de PcD na universidade, considerando essa como elemento transversal às políticas públicas. Almeja a difusão dos princípios de inclusão em todos os centros de ensino, bem como a mediação da acessibilidade e da participação PcD nas atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração.

Muito trabalho tem sido realizado com o apoio da CAE, mas para que a UFSC possa atender à Lei de acessibilidade aos quais os cursos de ensino superior estão vinculados, é necessário um esforço além, por meio da comunidade universitária. Neste sentido este projeto multidisciplinar tem por objetivo realizar um mapeamento para identificar demandas de acessibilidade e indicar, através de ferramentas de Cadastro Multifinalitário e tomada de decisão, intervenções arquitetônicas de forma a garantir o acesso e permanência de PcD nos *campi* da UFSC e torná-la 100% acessível.

2 | JUSTIFICATIVA

São diferentes tipos de barreiras que precisam ser quebradas para que possamos incluir PcD, tanto nos ambientes físicos quanto nos virtuais. De acordo com a CAE (2019), os princípios gerais das ações de acessibilidade e inclusão de PcD no ambiente universitário da UFSC são: ações descentralizadas, articuladas e participativas; respeito à singularidade; promoção da cultura inclusiva; indissociabilidade entre inclusão e desenvolvimento institucional; ações consistentemente embasadas e informadas.

Em relação ao aspecto físico ou arquitetônico as problemáticas são mais evidentes, porém mais difíceis de serem resolvidas, pois envolvem, além de projetos multidisciplinares, grandes investimentos, recursos financeiros e longos prazos para implantação de alternativas.

Através desta contextualização, é razoável concluir que existe na UFSC uma falta de acessibilidade arquitetônica em muitas edificações e também nos trajetos que ligam ou deveriam ligar os diferentes centros, departamentos e cursos, principalmente quando o acesso é percorrido por pessoas em cadeira de rodas ou deficientes visuais, por exemplo.

Para resolver este problema de acessibilidade, primeiramente se faz necessário conhecer as parcelas da universidade (prédios, acessos) que necessitam de intervenção para se adequarem ao quesito da acessibilidade. Neste sentido as técnicas de Cadastro Multifinalitário se mostram eficazes enquanto ferramentas para mapear de forma organizada os espaços da universidade e colaborar na tomada de decisão no repasse de recursos e também execução de projetos de intervenção.

Verifica-se que muitas das ações da universidade são provenientes de esforços isolados e não contínuos, onde são percebidas carências de projetos que coloquem a acessibilidade como um objetivo a ser alcançado a curto, médio e longo prazo. Para atender esta demanda este projeto integra diferentes laboratórios, centros, coordenadorias, grupos de trabalho, programas de educação tutoriais, docentes, discentes, funcionários, de forma

multidisciplinar para identificar e atender as demandas de acessibilidade espacial nos diferentes *Campi* da UFSC e utiliza o cadastro como meio para integrar as diferentes ações relativas ao espaço que devem ser realizadas.

3 I REFERENCIAL TEÓRICO

Para abordar corretamente os conceitos neste trabalho e podermos cadastrar as demandas de acessibilidade, utilizaremos os conceitos de Dischinger *et al.* (2014) onde o termo “deficiência” designa o problema específico de uma disfunção no nível fisiológico do indivíduo (por exemplo, cegueira, surdez, paralisia) e o termo “restrição” é empregado para designar as dificuldades resultantes da relação entre as condições dos indivíduos e as características do meio ambiente na realização de atividades. De acordo com os autores é importante destacar que tanto a presença de deficiência quanto à de restrições espaciais pode dificultar, ou até mesmo impedir, a realização de uma ou mais atividades.

Desta forma ao elaborar o “Manual de Acessibilidade” do “Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público”, Dischinger *et al*. (2014), propõem uma classificação tanto das deficiências quanto das restrições espaciais para melhor compreender a questão da acessibilidade espacial, em quatro grupos:

1) **Deficiências físico-motoras:** alteram a capacidade de motricidade geral do indivíduo, acarretando dificuldades, ou impossibilidade, de realizar quaisquer movimentos. Afetam a realização de atividades que demandam força física (coordenação motora e precisão) ou ainda aquelas relativas à mobilidade do indivíduo no espaço.

2) **Deficiências sensoriais:** são aquelas em que há perdas significativas nas capacidades dos sistemas de percepção do indivíduo, gerando dificuldades em perceber diferentes tipos de informações ambientais. São divididas em:

- **Deficiências no sistema visual:** são aquelas que provocam limitações na capacidade de enxergar, pode ser parcial (baixa visão) ou total (cegueira).

- **Deficiências no sistema auditivo:** constituem a perda bilateral, total ou parcial da capacidade de perceber estímulos sonoros, ou surdez, quando o indivíduo não é capaz de ouvir a fala humana com ou sem a ajuda de aparelhos, prejudicando sua capacidade de adquirir, naturalmente, o código da linguagem oral.

- **Deficiências no sistema de orientação/equilíbrio:** são aquelas que provocam alterações ou perda da capacidade de equilíbrio do indivíduo afetando a manutenção da postura ereta, a percepção do movimento próprio de aceleração e a identificação dos referenciais espaciais corpóreos e ambientais.

3) **Deficiências Cognitivas:** se referem às dificuldades para compreender e tratar as informações recebidas (atividades mentais), podendo afetar os processos de aprendizado e aplicação de conhecimento, a comunicação linguística e interpessoal. As deficiências

cognitivas podem comprometer as habilidades de concentração, memória e raciocínio.

4) **Deficiências Múltiplas:** ocorrem quando o indivíduo apresenta a associação de mais de um tipo de deficiência.

De acordo com Dischinger *et al*. (2014) existe uma ligação direta entre deficiências, características ambientais e restrições espaciais. A presença de uma deficiência implica na existência de determinados níveis de limitação para a realização de atividades. No entanto o grau de dificuldade existente em cada situação pode ser minimizado por soluções de desenho universal ou pela presença de equipamentos de tecnologia assistiva que aumentam as capacidades dos indivíduos. Da mesma forma, as características ambientais podem agravar estas limitações. Assim, elementos físicos que representam apenas desconforto – tais como poucos degraus ou passeio em aclive revestido com pedras irregulares – para pessoas em plenas condições físicas, podem constituir barreiras graves para pessoas idosas e/ou com mobilidade reduzida e/ou baixa visão, e ser mesmo intransponíveis para uma pessoa em cadeira de rodas.

Para poder então avaliar ambientes e/ou equipamentos, visando a sua adequação para todas as pessoas, é importante reconhecer as dificuldades existentes para a realização de atividades desejadas e identificar as barreiras físico-ambientais que podem causar diferentes restrições espaciais. Para facilitar esta avaliação, Dischinger *et al*. (2014) propuseram classificar as restrições espaciais em quatro categorias a partir da relação entre atributos do meio ambiente e condições dos indivíduos. Os autores ainda consideram que, muitas vezes, as barreiras ambientais podem acarretar restrições que afetam mais de um tipo de atividade. Por exemplo, a venda irregular de produtos no passeio de um terminal urbano dificulta o deslocamento de todos os pedestres assim como impossibilita a aproximação para a leitura dos horários dos ônibus para todos e, em especial, para aqueles que têm visão reduzida ou utilizam cadeira de rodas.

1) **Restrições espaciais para atividades físico-motoras:** referem-se ao impedimento ou às dificuldades para a realização de atividades que dependam de força física, coordenação motora, precisão ou mobilidade. Afetam principalmente as pessoas que já possuem uma deficiência físico-motora ou tem sua mobilidade reduzida, como os idosos. **Exemplos:** a presença de torneiras com sistema de pressão ou automático não exigem força e coordenação motora, facilitando seu uso para crianças, para pessoas idosas, ou com artrite; degraus muito altos representam desconforto para todos, dificultam o deslocamento de pessoas idosas, gestantes e crianças, além de impedirem a mobilidade de pessoas com muletas e cadeira de rodas; altura elevada de um balcão de atendimento pode causar desconforto para pessoas de baixa estatura e mesmo impossibilitar o uso por pessoas em cadeiras de rodas; calçada estreita e com más condições de pavimentação dificulta o deslocamento de todos os pedestres e pode impossibilitar a continuidade de uma rota para uma pessoa obesa ou em cadeira de rodas.

2) **Restrições espaciais para percepção sensorial:** referem-se às dificuldades para a percepção das informações do meio ambiente devido à presença de barreiras ou ausência de fontes informativas adequadas, as quais impedem ou dificultam a obtenção de estímulos por meio dos distintos sistemas sensoriais. Afetam principalmente as pessoas com deficiências visuais, auditivas e/ou idosos. **Exemplos:** a ausência de sinal sonoro, nas sinaleiras, em cruzamentos urbanos, dificulta a travessia para pessoas cegas; terminais de autoatendimento com letras reduzidas dificultam o uso de forma independente para pessoas idosas e/ou que não possuem visão normal.

3) **Restrições espaciais para atividades de comunicação:** referem-se às dificuldades para comunicar-se socialmente por meio da fala ou da utilização de códigos devido a características do meio ambiente (existência de ruído, dispositivos de controle, etc.) ou ausência de equipamentos de tecnologia assistiva. Essas restrições afetam a realização de atividades, principalmente, para pessoas com deficiência auditiva, ou pessoas com problemas na fala. Exemplos: o sorobã (ábaco japonês) permite que a pessoa com deficiência visual faça rapidamente cálculos; um interfone pode dificultar o acesso a serviços públicos para quem não escuta normalmente ou não fala.

4) **Restrições espaciais para atividades cognitivas:** referem-se às dificuldades encontradas no tratamento das informações existentes no meio ambiente (cartazes, sinais, letreiros), ou no desenvolvimento de relações interpessoais para realização de atividades que requerem compreensão, aprendizado e tomada de decisão. Essas restrições afetam principalmente pessoas iletradas e/ou com deficiência cognitiva.

4 I MÉTODO

Neste capítulo é descrito o método proposto para atingir aos objetivos. Onde primeiramente foram realizadas pesquisas sobre o público PcD da UFSC, com dados advindos da CAE e do sistema Controle Acadêmico da Graduação (CAGR), carregado através da autodeclaração dos estudantes de graduação.

Foram realizados levantamentos topográficos e cadastrais de alguns edifícios da UFSC, externa e internamente de forma a levantar demandas de acessibilidade. Desta forma foi possível avaliar a acessibilidade espacial nos edifícios cadastrados de acordo com a NBR 9.050 e desenvolver um Boletim de Informações Cadastrais (BIC) adaptado para as demandas de acessibilidade.

Foi desenvolvido um questionário a ser repassado para o público geral interno e externo à UFSC, principalmente, PcD com expectativa de mapear os trajetos principais onde ocorram evidências de falta de acessibilidade. Pretende-se, através dos levantamentos realizados, bem como através dos questionários repassados, cadastrar os espaços e identificar demandas de intervenções arquitetônicas e elaborar projetos de intervenções.

5 | RESULTADOS PRELIMINARES

Como resultados preliminares estão sendo apresentados o trabalho possível de ser realizado durante o ano de 2020, levando em consideração a característica presencial do projeto e a inviabilidade de realizá-la da forma proposta devido a pandemia de COVID-19.

Inicialmente, as etapas estabelecidas estão sendo aplicadas para identificar demandas no prédio I da Reitoria da UFSC, no *campus* Professor David Ferreira Lima, situado entre os bairros Trindade, Córrego Grande, Pantanal e Carvoeira no município de Florianópolis, SC.

5.1 Integração de membros PcD a equipe de projeto

Compõem a equipe um professor e cinco estudantes PcD, três deles de forma voluntária e duas bolsistas PROBOLSAS da UFSC. Desta forma o primeiro objetivo do projeto de integrar PcD à equipe foi cumprido.

Ressalta-se que a utilização de PcD em um projeto de acessibilidade é muito importante porque o olhar e a vivência cotidiana destes membros acabam se tornando resultados simplesmente pelo simples fato de poderem narrar as situações e dificuldades vividas na UFSC durante seus percursos acadêmicos e profissionais.

5.2 Público PcD UFSC

Inicialmente foram realizadas pesquisas acerca dos quantitativos de estudantes PcD de graduação da UFSC entre os anos de 2014 e 2019 (anos com dados disponíveis). Os dados levantados foram obtidos a partir do sistema Controle Acadêmico da Graduação (CAGR) pela CAE, através da autodeclaração e é composto por tabelas e textos descritivos que contém informações por *campus*, curso, tipo de deficiência, entre os anos de 2014 e 2019.

No Quadro 1 pode ser verificado um aumento da taxa de crescimento anual do número de PcD (por tipo de deficiência) que ingressaram na UFSC, de forma mais acentuada, a partir de 2016 (ano subsequente à Lei de acessibilidade).

Código	Tipo de deficiência	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DF	Deficiência Física	20	31	39	40	62	79
MR	Mobilidade Reduzida	0	0	0	0	10	10
DVB	Deficiência Visual - Baixa visão	6	8	18	33	33	38
DVC	Deficiência Visual - Cegueira	2	6	5	6	15	7
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade	0	0	0	0	32	27
TEA	Transtorno do Espectro Autista	4	10	8	8	8	10
DI	Deficiência Intelectual	1	1	1	1	2	6
DL	Dislexia	0	0	0	0	3	2
DA	Deficiência Auditiva	12	15	51	52	55	59
SU	Surdez	43	41	40	27	22	18
OU	Outras	0	0	0	0	12	16
AH	Altas Habilidades e superdotação	0	0	0	0	6	7
SC	Surdocegueira	4	3	3	3	1	1
TOTAL		**91**	**114**	**165**	**170**	**261**	**279**

Quadro 1: Quantidade de PcD da UFSC por tipo de deficiência.

Fonte – Adaptado de https://cae.ufsc.br/dados-sobre-estudantes-com-deficiencia/ (2020).

Outra análise realizada foi em relação aos cursos onde existe um maior número de matrículas de PcD. Como pode ser observado no Quadro 2, os cursos que envolvem o ensino de LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais), tanto licenciatura quanto bacharelado, nas formas presencial ou Educação à Distância (EaD) **são os mais procurados por PcD em todos os anos, compondo u**ma porcentagem significativa dos estudantes com taxas que variaram entre 48,35% em 2014 até 17,56%, em 2019. Ainda no Quadro 2 pode ser observado que o curso de Ciências Econômicas teve um pequeno aumento no número de matrículas entre os anos de 2015 e 2017, o curso de Ciências Sociais teve um grande incremento de PcD em 2018 e cursos normalmente disputados no vestibular, como medicina, direito e psicologia, começaram a ser ocupados significativamente por PcD em 2019, provavelmente devido a política de cotas PcD adotada pela UFSC.

ANO	CURSO	DF	MR	DVB	DVC	TDAH	TEA	DI	DA	SU	OU	AH	SC	TOTAL
2014	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - licenciatura								1	40			3	**44**
2014	EaD_UAB - Ciências biológicas	2							1					**3**
2015	Letras - libras - língua brasileira de sinais - licenciatura								1	36			2	**39**
2015	Ciências econômicas (noturno)	2		1					1					**4**
2015	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - bacharelado								1	3				**4**
2016	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - licenciatura								5	33			2	**40**
2016	EaD - LIBRAS - língua brasileira de sinais - Licenciatura								32	3			1	**36**
2016	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - bacharelado								2	3				**5**
2017	EaD - LIBRAS - língua brasileira de sinais - Licenciatura								30	3			1	**34**
2017	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - licenciatura								9	22			2	**33**
2017	Ciências econômicas (noturno)	2		2						2				**6**
2018	EaD - LIBRAS - língua brasileira de sinais - Licenciatura								27	3				**30**
2018	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - licenciatura								9	15			1	**25**
2018	Serviço Social (noturno)			1	10									**11**
2019	EaD - LIBRAS - língua brasileira de sinais - Licenciatura								27	3				**30**
2019	Letras - LIBRAS - língua brasileira de sinais - licenciatura								9	10				**19**
2019	Medicina	7		2			2		1		1			**13**
2019	Psicologia	5	1	1		1		2			1	1		**12**
2019	Direito (noturno)	7		1	2				1					**11**

Quadro 2: Quantidade de estudantes PcD por curso da UFSC e tipo de deficiência.

Fonte – Adaptado de https://cae.ufsc.br/dados-sobre-estudantes-com-deficiencia/ (2020).

5.3 Cadastro de edifícios e avaliação da acessibilidade espacial

Outro resultado preliminar é relativo aos levantamentos realizados em alguns edifícios da UFSC como o prédio I da Reitoria e a Biblioteca Universitária Central (BU) para verificar se as estruturas internas como sanitários, rampas de acesso, elevadores, portas e demais instalações estavam de acordo com a norma sobre acessibilidade, a NBR 9.050.

Verificou-se que a BU não possui banheiros acessíveis no primeiro andar e a inclinação da rampa de acesso entre o andar térreo e o primeiro andar está em desacordo com a norma.

Em relação ao prédio I da Reitoria, no piso térreo, foi constatado que tanto a rampa de acesso aos sanitários (Figura 1) quanto o corredor de acesso (Figura 2) ao mesmo ambiente não estão de acordo com a norma. A rampa de acesso da Figura 1 apresenta inclinação visivelmente maior do que a permitida. Ao realizar a medição foi verificada uma inclinação de 18% para a primeira rampa e de 33% para a segunda. A norma prevê inclinação máxima de 8,33%. Na Figura 2 pode ser percebido que não existe espaço suficiente para circulação de cadeira de rodas no fim do corredor, pois a distância entre a parede e a porta é de apenas 0,85 m. A norma prevê corredor com largura mínima de 0,90 m. Foi verificado também que o acesso aos caixas eletrônicos (piso térreo) é restrito pois não há espaço suficiente para a manobra de pessoas em cadeiras de rodas (Figura 3). Já nos pisos superiores foi verificado que não existe nenhum sanitário acessível visto que as portas não possuem a largura necessária para entrada de pessoas em cadeiras de rodas e nem espaço interno suficiente para manobra. Ver planta de um dos banheiros do terceiro andar na Figura 4. A norma prevê largura mínima de 0,80 m para portas e área para manobra equivalente à de um círculo de diâmetro de 1,5 m.

Em relação ao perímetro de acesso ao prédio I da Reitoria, o calçamento não é adequado para o trânsito de pessoas com mobilidade reduzida. Além disso não há presença de corrimão e piso tátil.

5.4 Projetos de intervenção arquitetônica

Diversas alternativas para solucionar os problemas identificados estão sendo pensadas e implantadas, como a recomendação para substituir os calçamentos onde foram verificadas dificuldades de acesso, bem como o desenvolvimento de projetos de intervenção arquitetônica para viabilizar a adaptação de sanitários tanto no prédio I da Reitoria quanto na BU. Na Figura 5 é apresentada, como exemplo, uma proposta de intervenção arquitetônica para o banheiro do primeiro andar da reitoria.

5.5 Elaboração de Questionários

Foi elaborado um questionário a ser repassado ao público em geral da UFSC no padrão Google para identificar as demandas de acessibilidade a partir das informações e vivências dos discentes, docentes e técnicos-administrativos que são PcD ou que possuem mobilidade reduzida. A prévia do questionário pode ser visualizada no link

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeT9LBhyUuMO3vgbJEskUG_OTyDH6LqmFGKsqsFP086txVxPA/viewform.

Figura 1 – Rampa de acesso ao Banheiro do piso térreo do prédio I da Reitoria UFSC

Figura 2 – Corredor de acesso ao Banheiro do piso térreo do prédio I da Reitoria UFSC

Figura 3 – Caixa eletrônico prédio I da Reitoria UFSC

0,6 m 0,6 m

BWC MASC
2 ANDAR

0,66 m

0,6 m

0 0,5 1 2 3 4 m

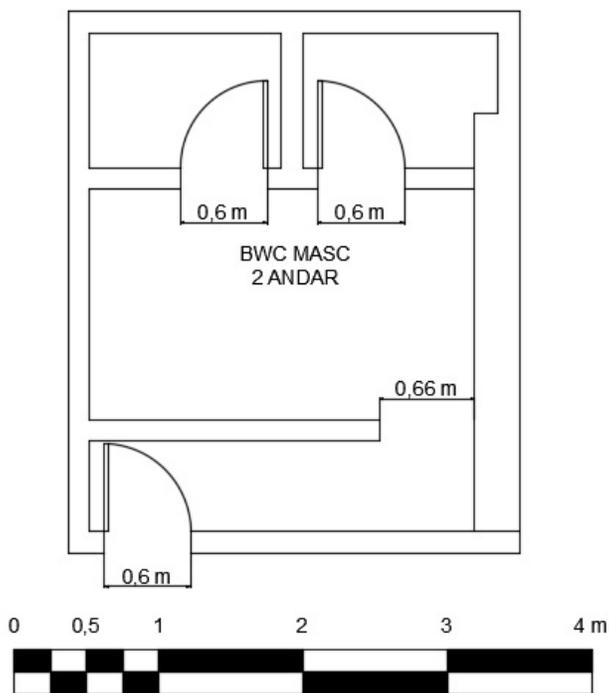



Figura 4 – Planta baixa do banheiro masculino do terceiro andar do prédio I da Reitoria UFSC

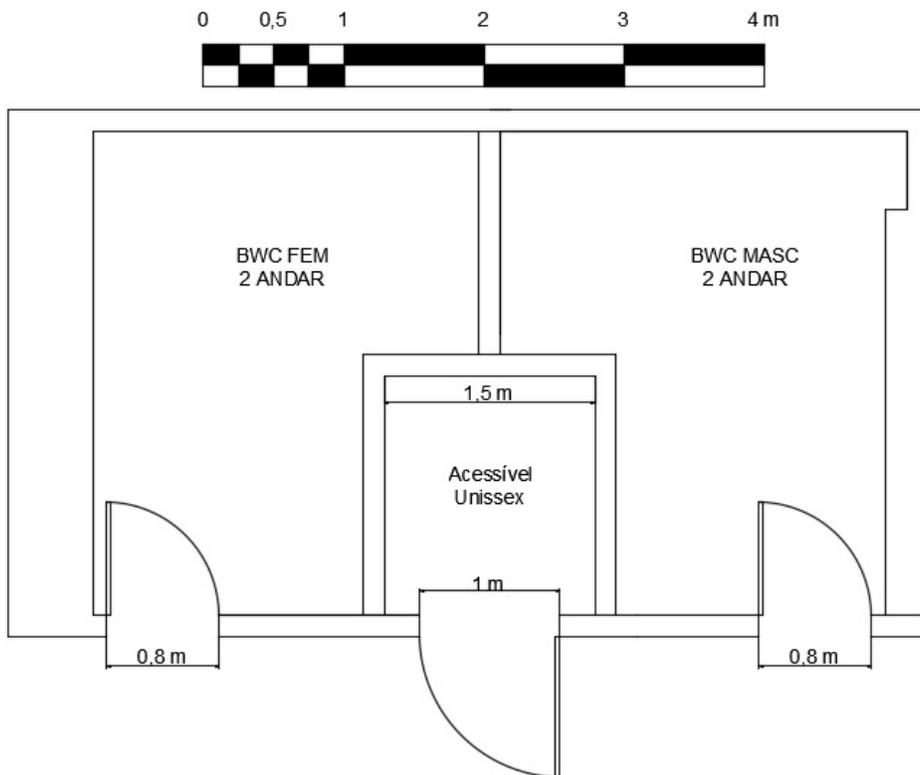



Figura 5 – Projeto de intervenção arquitetônica para banheiro do primeiro andar do prédio I da Reitoria da UFSC

6 I CONCLUSÕES

Conclui-se que do pouco que pode ser realizado durante o ano de 2020, muito pode ser percebido em relação a ausência de acessibilidade na UFSC, principalmente, no edifício escolhido como projeto piloto, prédio I da Reitoria da UFSC, indo desde a falta de rampas de acesso com inclinações recomendadas pelas normas, até impossibilidade de adentrar com cadeira de rodas nos sanitários devido a portas muito estreitas e falta de espaço para manobra

O caso mais emblemático na UFSC é o da Biblioteca Universitária (BU) que não possui banheiro acessível no primeiro andar, pois todos possuem um degrau para acesso ao vaso sanitário. E a NBR 9.050 (ABNT, 2004) prevê que em todos os andares de prédios urbanos deve haver, pelo menos, um banheiro acessível.

Muito trabalho ainda necessita ser realizado, principalmente relacionado aos banheiros, rampas e aos trajetos realizados por PcD, no tocante ao excesso de degraus e obstruções em vias e calçadas. A colocação de pisos adequados e corrimão, entre outras intervenções urgentes e necessárias, não é somente uma questão de segurança para todo

o público da UFSC, mas pode ser questão de segregação ao público PcD, que ao perceber inúmeras dificuldades, pode optar por não querer frequentar esses espaços. A universidade por ser pública deve permitir o acesso e permanência de todos os cidadãos.

Ressalta-se que os resultados do projeto são preliminares, tendo em vista que todas as atividades presencias na UFSC estão suspensas desde o dia 16/03/2020 devido a pandemia de Coronavírus.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. Lei Nº 13.146. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).** Brasília: 6 de julho de 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva**. Brasília, 2008.

CAMARGO, E. P. **Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces.** Ciênc. educ. vol.23 nº.1. Bauru Jan./Mar. 2017.

COORDENADORIA DE ACESSIBILIDADE EDUCACIONAL (CAE). Disponível em: https://cae.ufsc.br/dados-sobre-estudantes-com-deficiencia/. Acesso em: 05 ago. 2020.

DISCHINGER, M.; ELY, V. H. M. B.; PIARDI, S. M. D. G. Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos. **Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público**. Ministério Público do Estado de Santa Catarina: 2014.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2006.

CAPÍTULO 3

CONTEÚDOS DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DA REALIDADE DAS ESCOLAS ESTADUAIS DESEMBARGADOR VIDAL DE FREITAS E MARCOS PARENTE DE PICOS (PI) FRENTE AOS DOCUMENTOS OFICIAIS

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Wenderson Lucas Cavalcante
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí
Picos, Piauí
https://orcid.org/0000-0002-2581-3097

Raul Oliveira Guimarães
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí
Picos, Piauí
https://orcid.org/0000-0001-8744-0751

Haroldo Reis Alves de Macêdo
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí
Picos, Piauí
https://orcid.org/0000-0002-4898-3347

RESUMO: Este trabalho trata-se de uma pesquisa de campo sobre o currículo de física no ensino médio, investigando a seleção de conteúdos e a utilização dos PCN. Esta pesquisa foi realizada em duas escolas públicas estaduais da cidade de Picos - PI, onde foi aplicado um questionário contendo questões subjetivas e objetivas aos professores de física do ensino médio. O embasamento teórico para realização dos questionários e análise dos dados foi feito mediante a uma revisão bibliográfica sobre o currículo de Física, PCN e PCNEM, as diretrizes curriculares propostas pelo ministério da educação para o ensino e o que propõe esses documentos acerca da utilização e seleção de conteúdos. A análise e interpretação dos dados demonstrou que o ensino de Física apesar de tantas propostas de reforma curricular e da consciência dos professores em relação a importância, continua a ser ministrado no modelo tradicional, de forma descontextualiza onde os professores tentam justificar seus erros, muitas vezes querendo diminuir a sua culpa na carga horária, na falta de curso de capacitação, no número de alunos por turma ou na falta de materiais, não havendo muita vontade em mudar a situação a seu favor. A investigação, embora feita através de um estudo de caso representa de forma bastante próxima, a situação geral da disciplina de Física no Ensino Médio nas escolas públicas do Piauí.

PALAVRAS-CHAVES: Currículo de Física, Ensino Médio, PCN.

PHYSICAL CONTENT: AN ANALYSIS OF THE REALITY OF THE STATE SCHOOLS DISEMBARGATOR VIDAL DE FREITAS AND MARCOS PARENTE DE PICOS (PI) ACCORDIM OF OFFICIAL DOCUMENTES

ABSTRACT: This work is a field research on the physics curriculum in high school, investigating the selection of contents and the use of PCN. This research was carried out in two state public schools in the city of Picos - PI, where a questionnaire containing subjective and objective questions was applied to high school physics teachers. The theoretical basis for conducting the questionnaires and analyzing the data was made through a bibliographic review on the curriculum of Physics, PCN and PCNEM, the curricular

guidelines proposed by the Ministry of Education for Teaching and what these documents propose about the use and selection of content. The analysis and interpretation of the data showed that the teaching of Physics, despite so many proposals for curricular reform and teachers' awareness of its importance, continues to be taught in the traditional model, in a decontextualized way where teachers try to justify their mistakes, often wanting to reduce their guilt in the workload, in the lack of training courses, in the number of students per class or in the lack of materials, there is not much desire to change the situation in their favor. The investigation, although done through a case study, represents in a very close way, the general situation of the discipline of Physics in High School in the public schools of Piauí.
KEYWORDS: Physics Curriculum, High School, PCN.

INTRODUÇÃO

Há muitos anos, várias dificuldades e problemas afetam o sistema brasileiro de ensino, e em particular o ensino de Física, que tradicionalmente é considerado pelos professores uma disciplina difícil de ser ensinada e consequentemente de ser entendida pelos alunos. Ensinar nos dias atuais é uma tarefa cada vez mais difícil. Contextualizar o conteúdo e fazer com que os estudantes sejam atraídos pelas aulas pode se tornar tarefa árdua para professores, especialmente para os iniciantes na carreira profissional de docente que lecionam no ensino médio.

Em função disso nos últimos anos, o Ministério da Educação, articulado com a sociedade brasileira, passaram a refletir sobre as causas e consequências, coordenando um grande esforço nacional no sentido de discutir o modelo curricular em vigência, e propor novas abordagens incorporando os avanços no campo da pedagogia e psicologia das duas últimas décadas. Propõe, ainda, um ensino contextualizado e interdisciplinar, onde as disciplinas devem se relacionar. Devendo ser desenvolvido competências e habilidades que incentivem o raciocínio e a capacidade de entender, ou seja, devem ser empregadas estratégias metodológicas que estimulem a aprendizagem, gerando assim o conhecimento (BRASIL, 1997, PCN - ENSINO MÉDIO: BASES LEGAIS).

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional no que diz respeito às finalidades atribuídas ao ensino médio: o aprimoramento do educando como ser humano e sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado (BRASIL, 1996).

A física, em particular, tem contribuído de forma significativa nesse sentido, principalmente para o desenvolvimento da medicina e das engenharias. Porém é preocupante como o ensino de ciências, particularmente a física no ensino médio, não tem acompanhado esse desenvolvimento e cada vez mais se distancia das necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais (OLIVEIRA, VIANNA, GERBASSI, 2007).

Um dos fatores que contribuem para esse quadro é a defasagem em termos de conteúdo do atual currículo de física e aquilo que o aluno é informado, pela mídia escrita e falada, sobre os avanços e descobertas científicas no campo da física no Brasil e no mundo.

É comum, nas aulas de física, os alunos proporem discussões sobre assuntos que leram em revistas, jornais e ouviram em telejornais e que, por serem mais atuais e/ou estarem presentes no seu no dia a dia, despertam neles um interesse em conhecer e entender que princípios físicos explicam dado fenômeno.

A lacuna provocada por um currículo de física desatualizado resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso não permite que ele compreenda qual a necessidade de se estudar essa disciplina que, na maioria dos casos, se resume em aulas baseadas em fórmulas e equações matemáticas, excluindo o papel histórico, cultural e social que a física desempenha no mundo em que se vive.

Sob o ponto de vista das Leis e Diretrizes da Educação Nacional - LDB, os conteúdos mínimos que deverão compor cada disciplina integrante da educação básica, são de certa forma livres, já que não há uma listagem direta destes conteúdos. Tais normativas editados desde a década de 1960 tem assumido a postura de não especificar conteúdos mínimos para a formação dos estudantes em nível de ensino médio, descrevendo apenas os temas que deverão ser abordados e os objetivos a serem atingidos, permitindo que os professores e escolas tenham liberdade de organizar seus programas curriculares de acordo com as necessidades de cada região e adequá-los a carga horária prevista (BRASIL, 1996).

Essa situação tem permitido que os professores e em alguns casos instituições, estabeleçam o seu programa em relação aos conteúdos que deverão ser abordados em cada série, provocando questionamentos e distorções nos critérios utilizados neste processo de seleção dos conteúdos programáticos do ensino médio.

Sabe-se que a física é uma disciplina escolar pouco atraente para a maioria dos alunos. O desinteresse pelo estudo de física não resulta da falta de sua aplicação no cotidiano do aluno, pois ela está presente, por exemplo, no funcionamento de aparelhos eletrônicos existentes na maioria dos lares brasileiros. Também não se pode alegar que é uma disciplina cujo conteúdo seja difícil de ensinar e aprender. O desinteresse que se reflete na má qualidade do ensino praticado, portanto, revisão das práticas pedagógicas (AGUIAR e PEREIRA, revista ponto de vista. Vol. 03 pag. 65 a 81).

A despeito dos desafios, há tentativas de enfatizar a experimentação e de inserir noções, conceitos, modelos e aplicações da física nos cursos introdutórios de física em todos os níveis de escolarização. Mas, infelizmente, no nível médio, em muitas escolas, a física vem sendo ensinada, ainda, conforme metodologias estabelecidas no final do século XIX. Quando muito, os estudantes aprendem a resolver problemas matemáticos da física. Numa escola mais “exigente”, possivelmente aprenderão alguns princípios da física moderna dos séculos XX e XXI (AGUIAR e PEREIRA, 2006).

Os processos da aprendizagem são constituídos através de interações complexas e dinâmicas articuladas pelo professor, que abrangem mediações e trocas socioculturais diversificadas (Kinalski e Zanon, 1997). O professor deve utilizar-se dos eventos cotidianos e históricos atuais para poder fornecer elementos concretos de mediação no processo de construção da aprendizagem.

Algumas pesquisas realizadas por F. Ostermann e M. A. Moreira (2000), na área de ensino de física têm contribuído com propostas que apontam caminhos para um ensino de física mais atual, eficaz e contextualizado. Duas vertentes foram analisadas pelos pesquisadores: a necessidade de uma atualização curricular e a introdução de conceitos de física moderna e contemporânea na grade curricular do ensino médio.

O objetivo da escola deve voltar-se para a formação do jovem, independentemente de seus objetivos posteriores ao término do ensino médio, instrumentalizando-o para a vida, para raciocinar, compreender as causas e razões das coisas, exercer seus direitos de cidadania, cuidar de sua saúde, participar das discussões em que estão envolvidos seus destinos, atuar, transformar, enfim, para realizar-se como sujeito da sua história e viver dignamente. Essa compreensão do que seja uma educação para a cidadania e, portanto, o objetivo do ensino. (AGUIAR e PEREIRA, 2006, p.67)

O ensino de física no nível médio tem se limitado principalmente a temas da física clássica: mecânica, eletricidade e magnetismo, calor e óptica. Além disso, esse ensino caracteriza-se, na maioria das vezes, por aulas teóricas e descritivas, distantes da realidade dos alunos. Faz-se necessário somar itens de física moderna a esses temas clássicos, bem como desenvolver uma metodologia fundamentada também na experimentação. (AGUIAR e PEREIRA, 2006, p.68)

O ensino de física de qualidade requer atualização do professor para que ele, com recursos alternativos, articule teoria e prática bem como temas diversos (clássicos e modernos), contextualizando o ensino e, consequentemente, tornando-o significativo para o aluno. São evidentes as dificuldades dos professores da área de ciências da natureza, em particular da física, para se atualizarem, tanto em sua área de conhecimento quanto em questões gerais, como em questões relativas à educação acadêmica que o aluno terá (FERREIRA E AGUIAR, 2006).

A ideia não é fazer do aluno um “cientista”, mas proporcionar-lhe condições de contestar as ideias de senso comum e construir noções de conhecimento científico. Para isso ele precisa aprender a planejar e a conduzir suas ações, conforme o planejamento da atividade. Assim, aluno e professor participam ativamente de todas as fases do experimento, desde o planejamento e levantamento de hipóteses, até a elaboração das conclusões. As atividades experimentais, ainda que demonstrativas, contribuem significativamente para a motivação do aluno, que é uma das principais dificuldades enfrentadas pelos professores de ciências físicas (AGUIAR e PEREIRA, 2006).

Atualmente, o currículo de física e o livro didático de física estão inseridos nas orientações das políticas curriculares nacionais, tanto no que se refere à elaboração das orientações curriculares, como nos mecanismos de regulação que são viabilizados via a implementação de exames nacionais ENEM (exame nacional do ensino médio) e do programa de avaliação do livro didático – PNLEM (programa nacional do livro do ensino médio), e os pesquisadores em ensino de física participaram ativamente da elaboração desses programas.

Segundo GARCIA (2005), o PCN de física para o ensino médio propõe relacionar competências e habilidades básicas para que os alunos tenham uma base comum de conhecimento sobre as ciências, em todo o país. Pois se trata da construção de uma visão da Física atual que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Deve-se de contemplar a formação básica, incluindo a preparação geral para o trabalho, inclusive, integrando as séries finais do ensino fundamental com o ensino médio, em virtude da proximidade de faixa etária do alunado e das características comuns de especialização disciplinar que esses segmentos de ensino guardam entre si.

Portanto, os sistemas e os estabelecimentos de ensino médio devem criar e desenvolver, com a participação da equipe docente e da comunidade, alternativas institucionais com identidade própria, baseadas na missão de educar o jovem, usando ampla e destemidamente as várias possibilidades de organização pedagógica, espacial e temporal, e de articulações e parcerias com instituições públicas ou privadas, previstas na LDB, para formular políticas de ensino focalizadas nessa faixa etária.

METODOLOGIA

Foi realizada primeiramente uma pesquisa bibliográfica sobre o tema proposto tendo como base de estudo livros, revistas e artigos científicos, e posteriormente uma pesquisa de campo descritiva demonstrativa em duas escolas estaduais da cidade Picos – Piauí, a Unidade Escolar Marcos Parente e a Unidade Escolar Desembargador Vidal de Freitas.

Na realização da pesquisa utilizou-se como instrumento de coleta de dados um questionário contendo doze perguntas entre elas nove foram de forma objetivas com justificativa e três foram subjetivas. Aplicado a todos os professores de física do ensino médio, efetivos ou não, graduados ou não, das escolas citadas.

A escolha das escolas foi feita pelo próprio pesquisador levando em consideração grande relevância social e histórica das mesmas na cidade, por se tratarem de escolas antigas, e com grande quantidade de alunos e extensão física como forma de ter uma amostragem da realidade escolar no quesito currículo e conteúdos de física no ensino médio da cidade de Picos.

Através de análise bibliográfica do projeto político pedagógico da Unidade Escolar Des. Vidal de Freitas sugeri que currículo do Ensino Médio (1º ao 3º Ano) e do Ensino Fundamental (5ª a 8ª série), deve ter uma base nacional comum, a ser complementada, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura e da clientela. A escola adotará a noção ampliada de conteúdo escolar que deverá integrar as três dimensões de conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal. Os temas transversais, aqueles que atravessam as áreas de conhecimento, serão trabalhados nos diversos conteúdos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNS serão um referencial de qualidade para a escola definir os objetivos, os conteúdos, a forma didática, e as modalidades de avaliação de cada componente curricular.

Posteriormente, a revisão bibliográfica e coleta de dados, realizou-se a análise dos dados para melhor compreensão e interpretação dos mesmos. Retirando os pontos principais, foco de nossa pesquisa, para discussão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada através de questionário escrito e uma entrevista com a intenção de identificar por amostragem a metodologia utilizada pelos professores sobre essas questões relativas à seleção de conteúdos e o currículo de física no ensino médio. Através do questionário aplicado aos professores das referidas escolas rede estadual de Picos – PI, com o intuito de responder esses questionamentos, chegou-se aos seguintes resultados:

Quando questionados sobre a utilização dos conteúdos propostos pelos PCN: 20% dos professores que responderam à pesquisa afirmaram que utilizam todos os conteúdos propostos pelos PCN e 80% afirmaram que não utilizam os PCN como referência, adotando assim outros critérios para seleção de conteúdos.

Percebe-se que os critérios usados para escolha dos conteúdos pelos professores na sua maioria seguem o interesse da escola ou o conhecimento próprio do professor, deixando de lado os critérios propostos pelos PCNs que seria a base comum de conhecimento para todos. Nessa perspectiva, adotada pelos professores participantes da pesquisa, diferentes conteúdos poderão ser ministrados em diferentes escolas, até nos mesmos municípios, inclusive em municípios ou estados distintos.

Dos 40% dos professores que afirmaram que utilizam os PCN como referência para seleção dos conteúdos ministrados em suas aulas, citaram o conteúdo calor, ambiente e energia como o mais utilizados com 31%, e desses 23% disse que utiliza ainda o conteúdo de equipamentos elétricos e telecomunicações e 23% aplica ainda som, imagem e informação, e 8% afirmaram que utilizam outros conteúdos fora do programa de conteúdos do PCN, dando como exemplo preparação e didática, e 15% utilizam todos os conteúdos propostos.

Assim percebe-se que a minoria dos professores utiliza os PCN como base de referências para seleção de conteúdos e que ainda cada um escolhe aleatoriamente os conteúdos, divergindo os conhecimentos passados e a proposta do ministério da educação de unificação, para alunos de escolas tão próximas, de uma mesma cidade já é possível perceber essa divergência. O conteúdo calor, ambiente e energia é o mais citado pelo que utilizam os PCNs como referência, mas que ainda sim divergem em outros conteúdos, incluído em suas escolhas até conteúdo fora dos parâmetros. Quando questionados sobre quais critérios usam para escolha desses conteúdos 80% responderam que era o interesse da escola e apenas 20% respondeu que foi conhecimento próprio.

Com estas respostas, observou-se que a maioria dos professores utiliza apenas dois conteúdos entre todos os citados pelo PCN, não provendo a diversidade proposta pelo parâmetro nacional, que devem ser unificados do país com conteúdos que abranjam a maior quantidade possível de conhecimento, não somente conhecimentos teóricos, mas como também conhecimento de mundo, integrado com a realidade dos alunos. Tendo o ensino médio como objetivo principal preparar os alunos para a vida e para o trabalho. Com a questão posterior observa-se ainda que os professores justificaram essa pouca diversidade de conteúdo como sendo interesse da própria escola.

Portanto, constatou-se que a maioria dos professores não segue padrões definidos para escolha desses conteúdos, apenas se prendem ao interesse da escola e conhecimento próprio, preferências essas não apoiadas pelo PCN que incentiva a diversidade e principalmente a unificação dos conteúdos. Ou seja, cada escola, cada professor segue um padrão pessoal deixando de fora o interesse e necessidade do aluno, a diversidade, a unificação que propõem uma educação igualitária para todos. Além disso, esta unificação proposta pelo PCN também ajuda os estudantes de todo o país a concorrerem de forma igualitária em qualquer vestibular ou concurso como, por exemplo, o ENEM, pois todos terão estudados os mesmos conteúdos.

Sobre a questão da física está inserida na realidade vivida pelos alunos, 20% dos professores responderam que não e 80% responderam que sim. Mostrando, assim, que os conteúdos de física podem ser trazidos para realidade tornando a aula um pouco mais atual e interessante para o aluno. Em questão posterior, quando perguntado se contextualizam suas alunas com a realidade vivida pelos alunos 40% dos professores responderam que não e 60% responderam que sim.

Assim percebe-se que a maioria dos professores acredita que a física está inserida na realidade dos alunos, mas em porcentagem menor realizam a contextualização dentro da sala de aula. Apesar de saberem que a física está em várias situações cotidianas, ainda não trazem essas situações para sala de aula. Justificando isso pela falta de tempo das aulas e pouco interesse nos alunos.

Posteriormente, quando perguntados quais as principais dificuldades na hora da escolha dos conteúdos, todos citaram ser insuficiente o número de aulas semanais para

a disciplina de física, já que está na atual carga horária escolar tem apenas duas aulas semanais, portanto não conseguem concluir todos os conteúdos do livro. Apenas 11% citou não ter dificuldades nessa escolha, foram citados também a falta de base teórica por parte dos alunos para acompanhamento, falta de interesse dos mesmos e estrutura da escola de acordo com a figura 1.

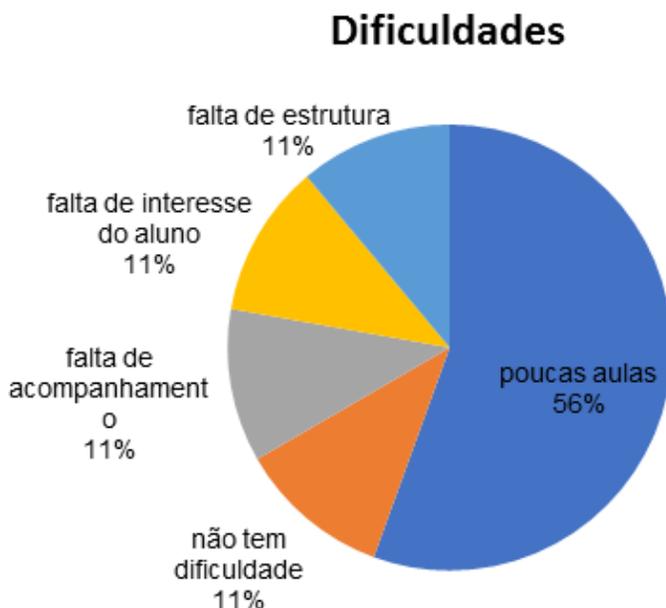



Figura 1 – Dificuldades que os encontram na escolha dos conteúdos

Também os entrevistados responderam que a maneira mais frequente de aplicar esses conteúdos foi a pesquisa proposta para alunos e exposição oral do assunto, uma atitude totalmente tradicional. Reforçando ideia debatida no referencial teórico sobre a monotonia das aulas de física causando o desinteresse dos alunos, resumindo a simples exposições orais de fórmulas matemáticas distante da realidade dos alunos.

A maioria, cerca de 80% dos professores entrevistados concordam com a unificação dos conteúdos, mas acham difícil a realização da mesma, pois a carga horária das escolas particulares e públicas são diferentes, dificultando a aplicação de vários conteúdos, sem citar a falta de laboratórios e materiais que foram comentados em questão posterior. E apenas 20% comentaram da não importância da unificação, pela proposta do exame nacional do ensino médio, vestibulares e concursos nacionais que defendem essa unificação.

Mas em contrapartida quando questionados se concordavam com o novo sistema de prova do exame nacional do ensino médio – ENEM, através de uma seleção para curso

superior de forma unificada, onde todos os alunos poderão concorrer a vagas em todo o país de forma única, 80% dos professores responderam que concordam, justificando essa resposta pela interligação de conteúdos e disciplinas aproximando da realidade acadêmica e/ou profissional.

Assim, observa-se que os professores acreditam na proposta do PCN e no sistema de seleção do ENEM, mas ao mesmo tempo não praticam tais propostas, pois limitam seus alunos a práticas comuns de conteúdos teóricos e descontextualizados da realidade social, diferente destas orientações desses documentos oficiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, percebe-se que o quadro atual das escolas estudadas de Picos - PI com relação à administração dos conteúdos de física no ensino médio encontra-se desatualizados e pouco diversificados. Através dos resultados dessa pesquisa constatou-se que a maioria dos professores das escolas estaduais de Picos – PI tem diversificado pouco os conteúdos da física do ensino médio, o que torna as aulas repetitivas e monótonas distantes da realidade dos alunos e diferente das propostas pelos parâmetros curriculares nacionais.

Pode-se constatar que muitos conteúdos deixam de ser utilizados pelos professores e que os conteúdos sugeridos nos PCN são os mais aplicados, não em toda sua extensão, mas em parte limitadas. Conclui-se que esses profissionais possuem uma visão limitada dos conteúdos programáticos de física no ensino médio sugeridos pelos parâmetros curriculares nacionais onde inclui movimento, variações e conservações; calor, ambiente e uso de energia; som, imagem e informação; equipamentos elétricos e telecomunicações; matéria e radiação; universo, terra e vida.

Quanto a proposta de aulas práticas percebemos através desta pesquisa que a maiorias das aulas se resume a aulas expositivas e monótonas de cálculos matemáticos. Distanciando totalmente da proposta da educação discutida no nosso referencial e proposto pelos PCN.

Observou-se também com esta pesquisa que há grandes dificuldades na seleção dos conteúdos escolares de física, não pela falta ou pouca importância deles, mas pelas inúmeras dificuldades enfrentadas diante da realidade das escolas públicas. A maioria dos professores se queixou de falta de incentivo da escola, falta de material e espaços adequados, além da insegurança de como aplicar esse conteúdo, que linguagem utilizar com determinados alunos em diferentes níveis de ensino.

Contudo percebe-se que o ensino de física nas escolas estaduais de Picos – PI não está obedecendo às expectativas atuais dos concursos e vestibulares, em especial, o Enem que inclui os conteúdos de física de forma contextualizada e atualizada. Já que a atualidade desperta para uma nova proposta de ensino, um ensino mais contextualizado, voltado para realidade vivida dos alunos conciliando aprendizado profissional, técnico e social.

Portanto, sugere-se que estudos nessa temática sejam feitos com outras amostragens e que outras variáveis sejam incluídas para uma melhor compreensão das questões relacionadas à física do ensino médio no sentido de legitimarem-se, suas funções dentro da instituição escolar como campo de promoção de conhecimento teórico e prático próximo da realidade de cada região, sem prejudicar os alunos no sentido de que todos tenham a mesma oportunidade de aprendizagem e possam concorrer de forma justa e igualitária diante da padronização dos conteúdos selecionados por todas as escolas de todo o país.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Oderli e PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira. **Ensino de Física no ensino médio: tópicos de física moderna e experimentação**. Revista ponto de vista. Vol. 03 pag. 65 a 81.

BORGES, O. **Formação inicial de professores de Físicas: Formar mais! Formar melhor!** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2 (2006).

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** 2000

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: bases legais.**

BRASIL. **PCN + para ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais de física**.

CARNEIRO, Neyla lima. **A prática docente nas escolas públicas, considerando o uso do laboratório didático de física.** Monografia, 2007.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado**. 3ª ed. Buenos Aires: Aique, 2000.

CHIQUETTO, Marcos José. **O CURRÍCULO DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO NO BRASIL: DISCUSSÃO RETROSPECTIVA.** Revista e-curriculum, São Paulo, v.7 n.1 Abril/2011.

GARCIA, Lenise Aparecida Martins Garcia. **Competências e Habilidades: você sabe lidar com isso? Educação e Ciência On-line, Brasília: Universidade de Brasília.** Disponível em: http://uvnt.universidadevirtual.br/ciencias/002.htm. Acesso em: 12 jan. 2013.

GASPAR, **A. Física.** Volume único, 1° edição, 2° impressão. Editora Ática, 2003.

Maria Regina Dubeux Kawamura e Yassuko Hosoume, **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio**, Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.

GOUVÊA, Guaracira. **Currículo, Livro Didático e Ensino de Física**. Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIRIO, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde da UFRJ.

ROSA, Cleci Werner e ROSA, Álvaro Bercker. **Ensino de física: objetivos e imposições no ensino médio.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 4 Nº 1 (2005).

TERRAZAN, E.A. **A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau.** Cad.Cat. Ens. Fís. Florianópolis, v.9, n.3: p.209-214. Florianópolis – RS, dez.1992.

OSTERMANN, F. **Tópicos de Física Contemporânea em escolas de nível médio e na formação de professores de Física.** Tese (Doutorado em Ciências) do Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

OLIVEIRA, F.F VIANA, D.M, GERBASSI, R.S. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n.3 p.447-454, 2007.

OSTERMANN, F e MOREIRA, M.A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física moderna e contemporânea no ensino médio". Investigações em ensino de ciências**, v.5. 2000

VYGOTSKY, LEV S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 3ªed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2008.

CAPÍTULO 4

SENSORES DE GAS PREPARADOS A PARTIR DE ÓXIDOS SEMICONDUCTORES DOPADOS EMPLEADOS EN LA DETECCIÓN DE GASES ORGÁNICOS PRESENTES EN EL AROMA EN VINOS

Data de aceite: 01/06/2021

Ana Lucía Paredes-Doig
Faculty of Sciences, National University of Engineering
Rímac, Lima, Perú

María R. Sun-Kou
Chemistry Section, Department of Sciences, Pontifical Catholic University of Peru

Elizabeth Doig-Camino
Mathematics Section, Department of Sciences, Pontifical Catholic University of Peru
San Miguel, Lima 32, Perú

Gino Picasso
Faculty of Sciences, National University of Engineering
Rímac, Lima, Perú

Adolfo La Rosa-Toro Gómez
Faculty of Sciences, National University of Engineering
Rímac, Lima, Perú

RESUMO: O presente trabalho estuda as mudanças na condutividade ou resistência elétrica em sensores baseados em óxidos semicondutores metálicos (MOS) com ou sem um metal dopante em contato com fluxos de vapor de compostos orgânicos voláteis presentes no aroma de vinhos como: etanol, 1- fenil etanol, ácido propanóico e ácido acético. Observou-se que com a mistura mecânica de dois MOS (SnO2 e ZnO) resultados semelhantes são obtidos quando se usa um único MOS dopado com um metal nobre, paládio e / ou platina. No caso dos sensores SnO2 dopados com misturas de metais nobres (Pd e Pt), estes foram adicionados pelo método de impregnação úmida. Quando essas misturas (M1, M2 e M3) foram expostas ao contato com o vapor dos compostos presentes no aroma, observou-se uma alta sensibilidade associada a um possível efeito sinérgico. Em geral, os sinais obtidos são estáveis, reprodutíveis e com pouco ruído, o que indica que há repetibilidade nos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Sensores de gás, aroma de vinhos, MOS, metais nobres.

ABSTRACT: The present work studies the changes in conductivity or electrical resistance in sensors based on metal semiconductor oxides (MOS) with or without a dopant metal in contact with vapor flows of volatile organic compounds present in the aroma of wines such as: ethanol, 1-phenyl ethanol, propanoic acid, and acetic acid. It was observed that with a mechanical mixture of two MOS (SnO2 and ZnO) similar results are achieved as when using a single MOS doped with a noble metal, palladium and / or platinum. In the case of SnO2 sensors doped with noble metal mixtures (Pd and Pt), these were added by the wet impregnation method. When these mixtures (M1, M2 and M3) were exposed to contact with the vapor of the compounds present in the aroma, a high sensitivity associated with a possible synergistic effect was observed. In general, the signals obtained are stable, reproducible and with little noise, which indicates that there is a repeatability in the results.

KEYWORDS: Gas sensors, aroma of wines, MOS, noble metals.

1 I INTRODUCCIÓN

Un sensor de gas es un dispositivo que otorga información sobre el ambiente que lo rodea; visto de otra manera, trata sobre la interacción química y/o eléctrica que se produce al contacto con la superficie de una especie química generando cambios en la capa sensitiva, que se refleja como una variación en la masa, la temperatura, la conductividad o la resistencia eléctrica. Debido a este cambio se observa una señal eléctrica (corriente, voltaje, etc.) que puede ser cuantificada.

Los sensores de gas basados en óxidos semiconductores presentan un cambio en la resistencia eléctrica cuando son expuestos a ciertos gases, principalmente los denominados compuestos orgánicos volátiles (VOCs).

Pueden ser de diferentes tipos: sensor eléctrico, sensor catalítico, sensor electroquímico y sensor infrarrojo.

Un sensor a base de óxidos metálicos semiconductores (MOS) puede clasificarse por la forma como reacciona frente al cambio de conductancia. Por ejemplo, si se expone a gases reductores como sensor del tipo , reaccionaría con un incremento en la conductancia; o si fuese del tipo , su conductancia disminuiría. Este tipo de clasificación de los MOS (tipo o tipo) se determina en base a la naturaleza de los portadores de carga predominantes en la superficie (electrones o huecos).

Entre los MOS más empleados como sensores de gas encontramos al SnO_2, ZnO, In_2O_3, Cr_2O_3, CuO, entre otros.

2 I CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES

A continuación, se presentan las principales características para evaluar un sensor [1-2].

- Señal del sensor: se usa para crear una relación entre la respuesta del sensor y la respuesta base o cero en ausencia del estímulo. La respuesta del sensor está usualmente relacionada a la resistencia del entorno del gas analizado.
- Sensibilidad parcial: describe el cambio en la respuesta del sensor debido a un cambio específico en el estímulo (concentración del gas).
- Sensibilidad analítica: es una característica importante para medir la precisión con el cual un estímulo (concentración de gas) puede ser detectado.
- Selectividad: es una medida de la evaluación de la especificidad de un sensor, se obtiene por comparación de los efectos en el sensor que se obtienen en contacto con diferentes gases.

- Repetibilidad: es la capacidad de un sensor para producir la misma respuesta cuando se le aplica un mismo estímulo.
- Estabilidad: la estabilidad de un sensor describe cuantitativamente la variación de la respuesta del sensor con el tiempo
- Drift: está referido a un cambio monótono en la respuesta del sensor con el tiempo, aún en la ausencia de cambios en la atmósfera de trabajo. Se puede distinguir entre un drift a corto plazo, que se observa normalmente después de la conexión, y un drift a largo plazo, que se observa debido a la inestabilidad del sensor. Aparte de los cambios monótonos, la respuesta del sensor podría mostrar cambios en el tiempo que no pueden ser descritos por un drift.

3 I PRINCIPIOS DE OPERACIÓN (SENSADO)

La manera más simple en la cual se puede describir la operación de los sensores de gas (a base de óxidos semiconductores) es la siguiente: la conductividad de los materiales semiconductores de óxido metálico cambia de acuerdo a los cambios de concentración. Esto es causado por efecto de la adsorción/desorción de oxígeno y la reacción entre el oxígeno superficial y los gases. En el caso del óxido de estaño, estas reacciones cambian el potencial eléctrico de los cristales del óxido y da como resultado una disminución en la resistencia del sensor debido a la presencia de gases reductores como, por ejemplo, el CO. Esto es a consecuencia de la interacción superficial, que produce una transferencia de carga entre las especies adsorbidas y el material semiconductor. Esta transferencia de carga se produce en la banda de conducción o de manera localizada.

4 I EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN METAL COMO DOPANTE EN EL SnO_2

Los metales nobles como el paladio o el platino se suelen usar como catalizadores en la reacción de deshidrogenación, mayormente tanto a nivel de laboratorio como industrial [3]. Pero también se les puede emplear como material dopante en un MOS con el objetivo de mejorar sus propiedades sensoras. Esto se ha evidenciado por estudios anteriores que han mostrado que los metales nobles pueden modificar la microestructura, el control del mecanismo de crecimiento del cristal e introducir niveles aceptores y donadores, cambiando así la resistencia del sensor [4].

5 I MATERIALES BASADOS EN ÓXIDOS DE ESTAÑO (SnO_2) DOPADOS CON METALES NOBLES

5.1 SnO_2 dopado con Pd (Pd/SnO_2)

El paladio (Pd) ha sido el metal noble más aplicado como dopante en el óxido de estaño [5-11]. Este metal noble aumenta la sensibilidad del óxido de estaño y disminuye la

temperatura a la cual se presenta su máxima sensibilidad. Cuando el paladio es añadido al SnO_2 como un dopante puede estar formando clústeres en la superficie de SnO_2. La forma en la que esté presente, forma metálica u oxidada, dependerá de su concentración y el gas interaccionante [12].

El paladio actúa como un catalizador de la reacción de deshidrogenación que se produce en la superficie de los sensores a base de SnO_2 favoreciendo la reducción de los gases en contacto. Se ha usado Pd / SnO_2 para detectar gases como CO, H_2 y metano. El Pd o los clústeres de PdO generalmente se encuentran presentes en la superficie para controlar el nivel de Fermi de SnO_2. Se conoce que el paladio exhibe la más elevada actividad entre diversos materiales dopantes incluyendo Pt, Ag, Ni, Pd, Au, NiO Au_2O_3 soportados en SnO_2 para detectar metano, a un nivel de operación relativamente bajo (temperatura de 220 °C). Otros investigadores han utilizado sensores a base de MOS dopados con Pd para la detección de hidrógeno y para otros gases [13-18].

Cuando un sensor dopado con Pd está expuesto al hidrógeno, la superficie del Pd actúa como un catalizador en el proceso de disociación del hidrógeno molecular a hidrógeno atómico, seguido por su adsorción en la superficie. Estos átomos de hidrógeno se difunden a través de la masa Pd y quedan adsorbido en la interfase metal / aislante, resultando en la formación de una capa de dipolo, que posteriormente cambia la función de trabajo del Pd. Este cambio produce una modificación en la capacitancia-voltaje (C-V) y en la conductancia (G-V) del dispositivo [14]. La magnitud en la variación en el voltaje de banda plana es proporcional a la densidad de dipolos, consecuentemente relacionada con la concentración de hidrógeno.

5.2 SnO_2 dopado con Pt (Pt/SnO_2)

Otro de los metales nobles más utilizados como dopante, especialmente en sensores comerciales, es el platino. En forma similar al Pd, el platino (Pt) es también un catalizador superior y su papel en la promoción de la sensibilidad de SnO_2 continúa siendo estudiado hasta ahora [19-25]. El control de las configuraciones de partículas de Pt se ha considerado muy importante para el análisis de la detección de gases.

El Pt parece poder influir en la estructura electrónica de todo el sensor en su conjunto y/o puede crear nuevos sitios de adsorción en el enrejado SnO_2 que conducen a una mayor selectividad y sensibilidad.

La adición de platino en Mathematica la masa (¨bulk¨) del óxido de estaño conduce a incrementar la densidad del oxígeno quimisorbido sobre la superficie del sensor y de cierta forma se eleva la resistencia del MOS; sin embargo, su efecto como catalizador de deshidrogenación es el que predomina y por el cual es utilizado para aumentar la sensibilidad de un sensor [26]. Los efectos del platino en la actividad catalítica, conductividad eléctrica, sensibilidad, selectividad, tiempos de respuesta y recuperación, se están investigando aún en el mecanismo de detección de sensores [27].

6 I EL SENSOR DE ZnO

El óxido de zinc (ZnO) es un material multifuncional, debido a su alta estabilidad química, baja constante dieléctrica, bajo coeficiente de acoplamiento y alta transmisión luminosa. Como un sensor de gases, es sensible a muchos tipos de gases y presenta estabilidad. Su selectividad a los gases de detección puede mejorarse mediante el dopaje de metales. Su temperatura de trabajo es bastante alta, normalmente 400-500 ºC, y su selectividad es pobre. En los últimos años, hay muchos estudios sobre la detección de gases de materiales de ZnO, lo que puede mejorar su método de preparación y disminuir su temperatura de trabajo [28-29].

7 I PREPARACIÓN DE LOS SENSORES MOS

7.1 Sensores de mezclas de SnO_2 y ZnO

De manera mecánica se mezclaron dos óxidos MOS (ZnO – SnO_2) en bajas proporciones. Primero, incorporando pequeñas porciones ZnO al SnO_2 y luego se procedió en forma inversa manteniendo la proporción final de la mezcla.

A continuación, se muestra la tabla 1 con la composición de los sensores de MOS mixtos.

Sensor	Proporción final de óxidos mixtos (ZnO - SnO_2)	Relación Zn/Sn	Relación Sn/Zn
S1	0.1	0.0543	0.184
S2	0.2	0.109	0.369
S3	0.25	0.136	0.46
S4	0.3	0.163	0.553
S5	0.35	0.19	0.645
S6	0.5	0.27	0.923

Tabla 1. Composición de los óxidos mixtos

7.2 Sensores de SnO_2 dopados con paladio y/o platino

Realizando una impregnación húmeda del óxido de estaño mezclado con una fuente de agente dopante y luego un agente reductor, que en este caso fue el $SnCl_2$. Luego, se filtra y lava el producto; para finalmente tratarse térmicamente el óxido resultante.

En la tabla 2, se muestra la nomenclatura de los materiales preparados:

Nomenclatura	Descripción
0.1% Pd	Óxido de estaño dopado con 0.1% de paladio
0.1%Pt	Óxido de estaño dopado con 0.1% de platino
0.2%Pd	Óxido de estaño dopado con 0.2% de paladio
0.2%Pt	Óxido de estaño dopado con 0.2% de platino
M1 0.1%	Óxido de estaño dopado con una mezcla de paladio y platino (0.25 Pd/0.75 Pt) al 0.1% de metales nobles en su totalidad
M2 0.1%	Óxido de estaño dopado con una mezcla de paladio y platino (0.50 Pd/0.50 Pt) al 0.1% de metales nobles en su totalidad
M3 0.1%	Óxido de estaño dopado con una mezcla de paladio y platino (0.75 Pd/0.25 Pt) al 0.1% de metales nobles en su totalidad
M1 0.2%	Óxido de estaño dopado con una mezcla de paladio y platino (0.25 Pd/0.75 Pt) al 0.2% de metales nobles en su totalidad
M2 0.2%	Óxido de estaño dopado con una mezcla de paladio y platino (0.50 Pd/0.50 Pt) al 0.2% de metales nobles en su totalidad
M3 0.2%	Óxido de estaño dopado con una mezcla de paladio y platino (0.75 Pd/0.25 Pt) al 0.2% de metales nobles en su totalidad

Tabla 2. Nomenclatura de los óxidos de estaño dopado con metales

8 I RESULTADOS DE SENSORES MOS EN LA DETECCIÓN DE COMPUESTOS DE AROMA EN VINOS

Como MOS se ha empleado SnO_2 y al ZnO. Se prepararon SnO_2 dopado con mezclas de Pt y Pd en diferentes proporciones. Adicionalmente se prepararon composites de SnO_2 y ZnO a partir de una ~~la~~ mezcla mecánica de dichos óxidos. Todos estos sensores fueron empleados en la detección de los componentes volátiles presentes en el aroma de un vino seleccionados en un trabajo previo [30] (Etanol, Ác. Propanoico, Ác. Acético y 1 Fenil etanol).

Para la medición de las muestras de compuestos volátiles, primero estos se diluyeron a un porcentaje del 1% en volumen (partiendo de estándares de 99% de pureza).

Se emplearon las condiciones de medición y el procedimiento descrito en un trabajo anterior [31].

De los materiales compuestos ZnO/SnO_2

En la Sección 2 (Características de los sensores) se describieron la estabilidad, repetibilidad y sensibilidad que se muestran para los compuestos en aroma de vinos a continuación.

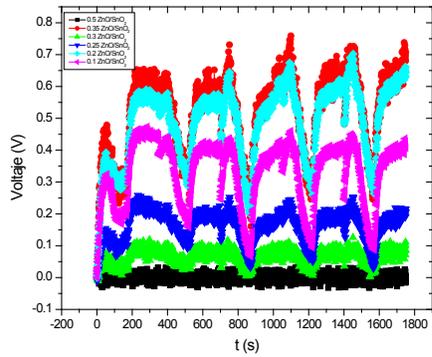



Figura 1. Sensibilidad, estabilidad y repetividad de la señal de los sensores de ZnO/SnO_2 frente a los compuestos volátiles presentes en el vino.

En general, se puede observar que la forma de las gráficas para cada compuesto se repite, que no se aprecia ruido pese a las bajas concentraciones de las muestras y que la sensibilidad, apreciada en la unidad de voltaje, va de acuerdo con la concentración de los compuestos medidos. También es posible ver que cada sensor, denominado en la gráfica con la proporción de los óxidos, tiene una sensibilidad diferente. En las Figuras 2 y 4 se expondrán esto último.

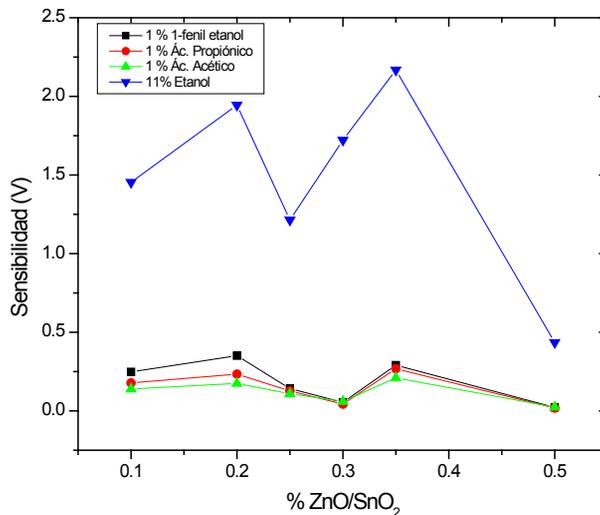
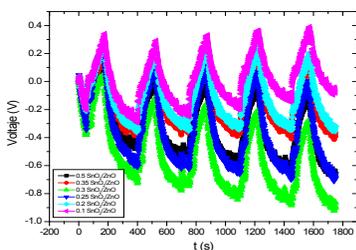
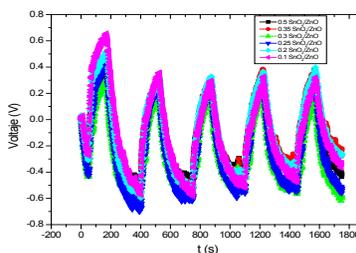



Figura 2. Sensibilidad de los compuestos del aroma versus % ZnO/SnO_2

Es visible que el etanol 11% presenta una mayor sensibilidad que los otros compuestos, lo cual es obvio por la baja concentración en la que estos se encuentran (1%).

De los materiales compuestos SnO_2/ZnO

Al igual que con los sensores descritos hace unas líneas, se muestran los resultados de sensibilidad, repetibilidad y estabilidad para los sensores de SnO_2/ZnO. Estos exhiben una señal menos estable pero repetible electrónicamente. Solo para el etanol 11%, esta estabilidad aumenta y se observa una meseta en las señales de los sensores elaborados.

1 fenil etanol

Ác. Propiónico

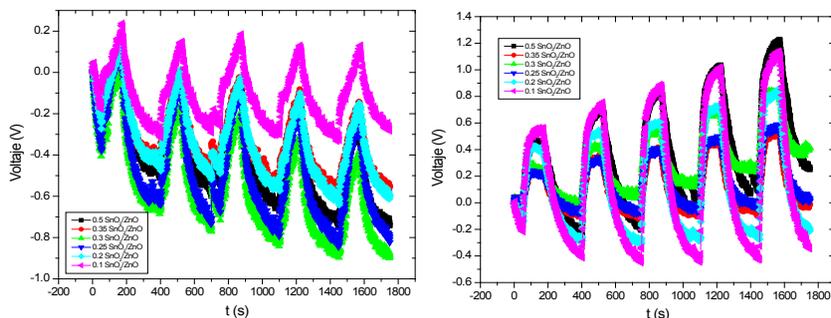



Figura 3. Sensibilidad, estabilidad y repetividad de la señal de los sensores de SnO_2/ZnO frente a los compuestos volátiles presentes en el vino.

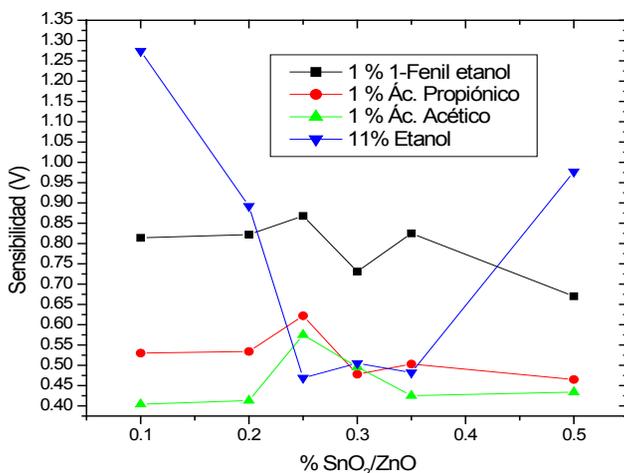



Figura 4. Sensibilidad de los compuestos del aroma versus % SnO_2/ZnO

El orden de sensibilidad encontrado es de Etanol> 1 Fenil etanol>Ác. Propanoico> Ác. Acético

El porcentaje de ZnO/SnO_2 que muestra la mayor sensibilidad a 260 °C es de 0.35% (Zn/Sn= 0.1899) Hay también otro pico alrededor de 0.2% ZnO/SnO_2 como se muestra en la figura anterior. Estos resultados pueden demostrar que una técnica simple y barata como es una mezcla mecánica podría reemplazar técnicas más costosas y de difícil implementación.

De la figura que muestra los resultados para los sensores de SnO_2/ZnO, la detección máxima se da cuando la proporción de los MOS es de 0.25%. Solo el etanol muestra picos al 0.1 y 0.5%. El orden de detección se mantiene: Etanol> 1-Fenil etanol> Ác. Propanoico> Ác. Acético. Las diferencias de los valores de voltajes son más altos, excepto para el etanol 12%, para los sensores SnO_2/ZnO que para el caso de los ZnO/SnO_2.

En el caso de los óxidos de estaño dopados con paladio y platino (ver nomenclatura en Tabla 2) puede observarse que los óxidos que tienen solo paladio o solo platino presentan (en el caso de 0.1% de metal noble) una mejor detección del 11% etanol. En cambio, el óxido denominado M2 0.2% (0.5%Pd y 0.5% Pt) presenta un voltaje mayor que el de los óxidos con solo paladio o solo platino al 0.2% total de metal noble. En comparación con los óxidos mixtos de ZnO/SnO_2, el etanol es en la mayoría de los casos detectado de igual manera. Situación que no sucede con el SnO_2/ZnO.

En casi todos los casos los óxidos mixtos de MOS superan a los óxidos dopados, concluyendo de esta manera de que un procedimiento de mezcla mecánica puede ser favorable frente a un dopaje con metales nobles.

El orden de detección en este caso es el siguiente: etanol 12%>Ác. Propanoico> Ác acético> 1 Fenil etanol. Este resultado difiere del obtenido con los óxidos mixtos. Posiblemente se deba a los agentes dopantes que catalizan reacciones en la superficie de óxido de estaño de manera diferente.

Compuestos	0.1% Pt	M1 0.1%	M2 0.1%	M3 0.1%	0.1% Pd	0.2% Pt	M1 0.2%	M2 0.2%	M3 0.3%	0.2% Pd
Etanol 11% (Et)	2	0.75	1.5	0.3	2	2	0.5	2.5	0.55	2
1 Fenil etanol (F)	0.2	0.18	0.4	0.25	0.05	0	0.2	1.2	0.2	0
Ác. Propiónico **(P)**	0.7	0.55	0.95	0.55	0.1	0.05	0.2	1.6	0.2	0
Ác. Acético **(A)**	0.6	0.25	0.5	0.25	0.1	0.05	0.15	1.1	0.15	0

Tabla 3. Detección en voltaje de los sensores de óxido de estaño dopados

9 I CONCLUSIONES

1. Los sensores de semiconductores de óxidos metálicos pueden detectar cantidades bastante bajas de compuestos de aroma en vinos como los empleados en el presente trabajo.

2. Las mezclas mecánicas de MOS a bajas proporciones de composición permitieron evaluar no solo las muestras sino también la confiabilidad de la señal eléctrica.

3. Sensores fabricados de manera simple como puede ser una mezcla mecánica podrían reemplazar a los que se elaboran con técnicas químicas.

4. Los sensores dopados con paladio y/o platino superan en algunos casos a los fabricados por una mezcla mecánica; sin embargo, para el costo y proceso de elaboración requeridos, se prefiere usar una mezcla mecánica.

5. Los sensores de gas dopados con paladio y/o platino mostraron un efecto sinérgico.

REFERENCIAS

1. Fierro, J.L.G. Metal Oxides. (2006). Chemistry and Applications. Taylor and Francis Group. USA.

2. Soloman, S. (2009). Sensors Handbook. McGraw Hill.

3. Pandey, P.; Srivastava, J.K.; Mishra, V.N.; Dwivedi, R. (2011) Pd-gate MOS sensor for detection of metanol and propanol. Journal of Natural Gas Chemistry 20 123-127.

4. E. Y. Sevastyanova, N. K. Maksimovaa, V. A. Novikovb, F. V. Rudovb, N. V. Sergeychenkob, and E. V. Chernikova. (2012) Effect of Pt, Pd, Au Additives on the Surface and in the Bulk of Tin Dioxide Thin Films on the Electrical and Gas_Sensitive Properties. Semiconductors, Vol. 46, No. 6, pp. 801–809.

5. Barreto, J. "Desarrollo de sensores basados en nanoparticulas de óxidos de hierro dopados con Pd para la detección de Propano". Tesis de Licenciatura. Lima, 2014.

6. M. Choudhary, V.N. Mishra, R. Dwivedi (2013). J. Electron. Mater. 42 2793.

7. L.L. Xing, B. He, Z.H. Chen, X.Y. Xue (2013). Solid State Sci. 15 42.

8. M. Choudhary, V.N. Mishra, R. Dwivedi, J. (2013) Mater. Sci.: Mater. Electron. 24 2824.

9. C. Liewhiran, N. Tamaekong, A. Wisitsoraat, A. Tuantranont, S. Phanichphant (2013). Sens. Actuators B: Chem. 176 893.

10. K.C. Lee, Y.J. Chiang, y C. Li, F.M. Pan. (2016) Sens. Actuators B: Chem. 226 457.

11. A.A. Zhukova, M.N. Rumyantseva, V.B. Zaytsev, A.V. Arbakumov, A.M. Gaskov (2013). J. Alloys Compd. 565 6.

12. Díaz Delgado, R (2002). Sensores de gases basados en óxidos de estaño: una aproximación electroquímica. http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2743/Tol1226.pdf?sequence=6. Fecha de consulta: Mayo 2016.

13. Lundström I, ShivramanMS, Svensson CM. (1975) J Appl Phys, 46(9): 3876

14. Lundström I. (1981) Sens Actuators, 1(4): 403

15. Lundström I, Petersson L G. (1996) J Vac Sci Technol A, 14(3): 1539

16. Eriksson M, Salomonsson A, Lundstr¨om I, Briand D, ˚Abom A E. (2005) J Appl Phys, 98(3): 34903

17. Rahman M H, Thakur J S, Rimai L, Perooly S, Naik R, Zhang L F, Auner G W, Newaz G. (2008) Sens Actuators B, 129(1): 35

18. Chang C F, Tsai T H, Chen H I, Lin K W, Chen T P, Chen L Y, Liu Y C, LiuW C. (2009) Electrochem Commun, 11(1): 65

19. M.H.S. Abadi, M.N. Hamidon, A.H. Shaari, N. Abdullah, R. Wagiran (2011). Sensors 11 7724.

20. S. Vahdatifar, A.A. Khodadadi, Y. Mortazavi (2014). Sens. Actuators B: Chem. 191 421.

21. M.H. Saveri, Y. Mortazavi, A.A. Khodadadi (2015). Sens. Actuators B: Chem. 206 617.

22. S. Rane, S. Arbuj, A. Rane, S. Gosavi (2015). J. Mater. Sci.: Mater. Electron. 26 3707.

23. K. Wang, T.Y. Zhao, G. Lian, Q.Q. Yu, C.H. Luan, Q.L. Wang, D.L. Cui (2013). Sens. Actuators B: Chem. 184 33.

24. T.V.K. Karthik, M. de la L. Olvera, A. Maldonado, V. Velumurugan (2015). Mat. Sci. Semicond. Process. 37 143.

25. Y.B. Shen, T. Yamazaki, Z.F. Liu, D. Meng, T. Kikuta, J. (2009). Alloys Compd. 488 L21.

26. E. Y. Sevastyanova^, N. K. Maksimovaa, V. A. Novikovb, F. V. Rudovb, N. V. Sergeychenkob, and E. V. Chernikova. (2012). Effect of Pt, Pd, Au V Additives on the Surface and in the Bulk of Tin Dioxide Thin Films on the Electrical and Gas_Sensitive Properties. Semiconductors, Vol. 46, No. 6, pp. 801–809.

27. G. Neri, A. Bonavita, G. Micali, N. Donato, F.A. Deorsola, P. Mossino, I. Amatoc, B. De Benedetti (2006). Ethanol sensors based on Pt-doped tin oxide nanopowders synthesised by gel-combustion. Sensors and Actuators B 117 196–204.

28. Gardner, J.W; Barlett, P.N. Electronic Noses: principles and applications, vol. 233. New York: Oxford University Press; 1999.

29. Turner, A. P.; Magan, N. (2004) Electronic noses and disease diagnostics. Nat Rev. Microbiol. 2 (2): 161-6.

30. Paredes, A. L.; Tovar, O.; Cárcamo, H.; Hurtado, M.; Sun, M. D. R.; Doig, M. E.; Picasso, G.; Comina, G. y La Rosa, A. (2017). Análisis de las características del vino según su fabricación. *Virtual Pro,* 191, pp. 1-17.

31. A. L. Paredes-Doig, H. Cárcamo, M. Hurtado Cotillo, R. Sun Kou, E. Doig Camino, G. Picasso, A. La Rosa-Toro Gómez, "Gas Sensors Modified with Zeolite Y for Assessing Wine Aroma Compounds," Journal of Chemistry, 2019, 7 pages. https://doi.org/10.1155/2019/5283208.

CAPÍTULO 5

REALIDADE AUMENTADA APLICADA EM INFORMAÇÕES DE TEMPO E CLIMA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 08/03/2021

Kleber Renato da Paixão Ataide
Instituto Nacional de Meteorologia
Brasília-DF
http://lattes.cnpq.br/0900922112525961

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados parciais do desenvolvimento de um aplicativo de realidade aumentada (AR) baseado em localização aplicado à meteorologia no qual os recursos visuais de computação gráfica e engenharia de jogos são adotados como um complemento aos softwares tradicionais usados em meteorologia acadêmica e operacional, com o objetivo de criar plataformas mais interativas de apresentação de dados e informações meteorológicas ao público de maneira mais lúdica e intuitiva, como apontar a câmera do celular para o horizonte e visualizar informações meteorológicas de acordo com a localização, a direção e inclinação do dispositivo. Para processamento e visualização de dados em formatos NetCDF, utilizou-se a Biblioteca Abstrata de Dados Geográficos (GDAL) para leitura e exportação da informação. Os Kits de Desenvolvimento de Software (SDK) Mapbox e Unity com ARCore foram utilizados para criação do mapa e do aplicativo. Os resultados obtidos apresentam a potencialidade da aplicação em diversos setores, como defesa civil, agricultura, esporte, navegação marítima e aérea entre outras aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada, Meteorologia, Geoprocessamento, Unity3d.

AUGMENTED REALITY APPLICATION IN WEATHER AND CLIMATE INFORMATION

ABSTRACT: This paper presents the partial results of developing a location-based augmented reality (AR) application applied to meteorology in which the visuals of computer graphics and game engineering are adopted as a complement to traditional software used in academic and operational meteorology to create more interactive platforms for presenting data and weather information to the public in a more playful and intuitive way, such as pointing the phone's camera to the horizon and viewing weather information according to device location, direction and tilt. For processing and visualizing data in NetCDF formats, the Abstract Geographic Data Library (GDAL) was used to read and export the information. The Mapbox and Unity with ARCore Software Development Kits (SDK) were used for map and application creation. The results show the potentiality of application in various sectors, such as civil defense, agriculture, sports, sea and air navigation among other applications.

KEYWORDS: Augmented Reality, Meteorology, Geoprocessing, Unity3d.

1 I INTRODUÇÃO

A meteorologia é uma das áreas de conhecimento que possui demanda crescente para apresentação de informações cartográficas de forma eficiente e eficaz que pode e deve fazer o uso das tecnologias emergentes que permitam a imersão do usuário na informação através de recursos gráficos interativos para melhor

análise e compreensão das informações acompanhando as demais áreas educacionais e profissionais, como bioengenharia, física, geologia, engenharia, arquitetura, literatura, arqueologia, arte virtual, comercio, educação, gestão de emergências, resgates, interação social, vídeo games, design industrial, área médica, imersão espacial, treino de voo, militarismo, navegação, lives, espaços de trabalho, turismo, tradução simultânea, música, e vendas, para as quais já existem aplicativos e jogos usando a Realidade Aumentada (Ataide, 2018).

A grande vantagem da Realidade Aumentada está na inserção de informações e objetos virtuais tridimensionais interativos no espaço físico do usuário, permitindo que a observação e a interação com esses elementos ocorram de maneira intuitiva. Além disso, a Realidade Aumentada, ao herdar as vantagens da Realidade Virtual, possibilita a interação com objetos virtuais com alteração de: transparência, escala de dimensão e escala de tempo (KIRNER, 2007).

A cartografia tem se beneficiado do desenvolvimento de tecnologias que permitem a representação e visualização de informações tridimensionais do espaço físico estático de forma mais realística e dinâmica. Tais tecnologias permitem explorar os elementos da superfície terrestre como eles são e em diferentes perspectivas, e os exemplos mais comuns destas tecnologias são os Globos Virtuais, a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada (Stanek e Friedmannova, 2010; Meneguette, 2012). Baseadas em serviços de internet (*geo-services*), onde cada uma delas apresenta um nível específico de desafio, principalmente na área da visualização cartográfica.

O Google Maps lançou em 2019 o recurso chamado Live View, o qual orienta os usuários, em tempo real, mostrando setas e nomes de ruas nos arredores da localização. A ferramenta mostra as informações de direção com a sua câmera aberta e funciona somente em locais em que o Street View está disponível. O smartphone deve suportar experiências de realidade aumentada, compatíveis com ARKit e com ARCore, em dispositivos iOS e Android, respectivamente.

O presente trabalho apresenta resultados preliminares do desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada para visualização de dados ou informações meteorológicas com uso de softwares de geoprocessamento e de criação de aplicativos de realidade aumentada.

O objetivo deste trabalho é apresentar um método para criação de um aplicativo de Realidade Aumentada baseado na localização, assim como, seus resultados preliminares com a utilização softwares e bibliotecas de geoprocessamento em parceria com kits de desenvolvimento de softwares de criação de jogos, computação gráfica e realidade aumentada, como Unity e MapBox conjuntamente com a plataforma ARCore do Google.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do protótipo do aplicativo de realidade aumentada baseado em localização foram adotados os procedimentos apresentados a seguir e sua instalação foi em um smartphone samsung galaxy S7 Edge modelo SM-G 935T com Android versão 8.0.0 e versão 9.0 do Samsung Experience. 1- Dados meteorológicos em formato NetCDF; 2-Geoprocessar e exportar de NetCDF par Geojson; 3- Configurar as camadas no MapBos; Configurar Unity com MapBox e ARCore e 5- Exportar para Aplicativo SDK.

2.1 Dados meteorológicos

Foram utilizados os dados meteorológicos disponibilizados gratuitamente no endereço eletrônico do NCEP/NCAR Reanalysis em https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html.

2.2 Geoprocessamento: conversão de NetCDF para GeoJson

Para conversão dos dados meteorológicos do formato netcdf para geojson foi utilizada a Biblioteca Abstrata para Dados Geográficos (GDAL), que é uma biblioteca de tradutores de dados geoespaciais nos formatos raster e vetor, onde mais informações podem ser encontradas em https://gdal.org/tutorials/index.html, utilizando o seguinte comando: *gdal_contour -b 1 -a Temperatura -i 0.2 -f "GeoJSON" <arquivo_de_entrada.nc> <arquivo_de_saida.geojson>*. O Mapbox suporta a projeção Web Mercator, que é uma projeção adotada pela maioria dos mapas da web e seu uso permite combinar os mapas do Mapbox com outras camadas na mesma projeção denominada EPSG: 900913 ou EPSG: 3857.

2.3 Configuração do Mapbox

O Mapbox Unity SDK é a plataforma de dados de localização para aplicativos móveis e da web em que são fornecidos blocos de construção para adicionar recursos de localização, como mapas, pesquisa e navegação a qualquer experiência a ser criada através das Interfaces de Programação para Aplicativos-APIs e Kits de Desenvolvimento de Software-SDKs, além das bibliotecas de código aberto para interatividade e controle. Para isso é necessário inicialmente o cadastro na plataforma Mapbox em https://account.mapbox.com/. Para configurar os serviços Web Mapbox GL JS, Mobile e Mapbox, como roteamento e geocodificação, cria-se um token de acesso à API https://docs.mapbox.com/help/how-mapbox-works/access-tokens/#adding-url-restrictions-to-access-tokens. Os conjuntos de dados devem estar em formato GeoJSON, json ou csv como descrito em https://docs.mapbox.com/help/how-mapbox-works/creating-data/#downloading-datasets, formato para codificar uma variedade de dados geográficos frequentemente usados pelos serviços da Web e APIs do Mapbox, mais detalhes podem ser encontrados em https://docs.mapbox.com/help/how-mapbox-works/creating-data/#how-datasets-work. Nos aplicativos de Realidade Aumentada (AR), a câmera principal da cena é posicionada automaticamente

para corresponder à posição do dispositivo do mundo real. A biblioteca WorldAlignmentKit alinha um mapa 3D em torno da câmera de AR em escala do mundo real permitindo sobrepor mapas 3D e dados de localização no feed da câmera de AR, usando os serviços de interface e localização do Unity.

2.4 Configuração do Unity com Mapbox e ARCore

O ARCore é a plataforma do Google que permite que o smartphone detecte seu ambiente, entenda o mundo e interaja com informações.

O ARCore usa três recursos principais para integrar conteúdo virtual ao mundo real:

1-O rastreamento de movimento permite que o telefone entenda e rastreie sua posição em relação ao mundo;

2-A compreensão ambiental permite que o telefone detecte o tamanho e a localização de todos os tipos de superfícies, horizontais, verticais e angulares, como o chão, uma mesa de café ou paredes e;

3-A estimativa de luz permite ao telefone estimar as condições de iluminação atuais do ambiente.

Importa-se no SDK Unity o arquivo SDK MapBox Maps, **mapbox-unity-sdk_v2.1.0.unitypackage** disponível em https://www.mapbox.com/install/unity/ através do caminho "Assets > Import Package > Custom Package..." na barra de menu, o qual adiciona o item Mapbox no menu do SDK Unity 2018.3.14f1 Personal. No submenu do Mapbox>setup deve ser inserida a chave Token gerada para o usuário que permitirá a criação de diversos tipos de aplicações de Realidade Aumentada baseados em localização. Navega-se até MapboxAR> Exemplos> Cenas> WorldScaleAR e clica-se duas vezes para abrir a janela de opções, neste momento são apresentados os pré-requisitos de AR e de configuração do App.

2.5 Exportação para aplicativo Android APK ou iOS

O processo de exportação foi através do ambiente SDK Unity 2018.3.14f1 Personal no menu "File > Build Settings..." escolheu-se a plataforma final do aplicativo a ser compilado, dentre as opções para desktop (Windows, Mac ou Linux), Android, WebGL, iOS, tvOS, Xbox One, Play Station, Plataforma Windows Universal e Facebook. Deve-se marcar a opção de "ARCore Supported" no item "Player Settings" e por fim clicar em "Build" para criação do arquivo com extensão da plataforma escolhida, Figura 1, neste estudo criou-se o aplicativo para Android com extensão APK.

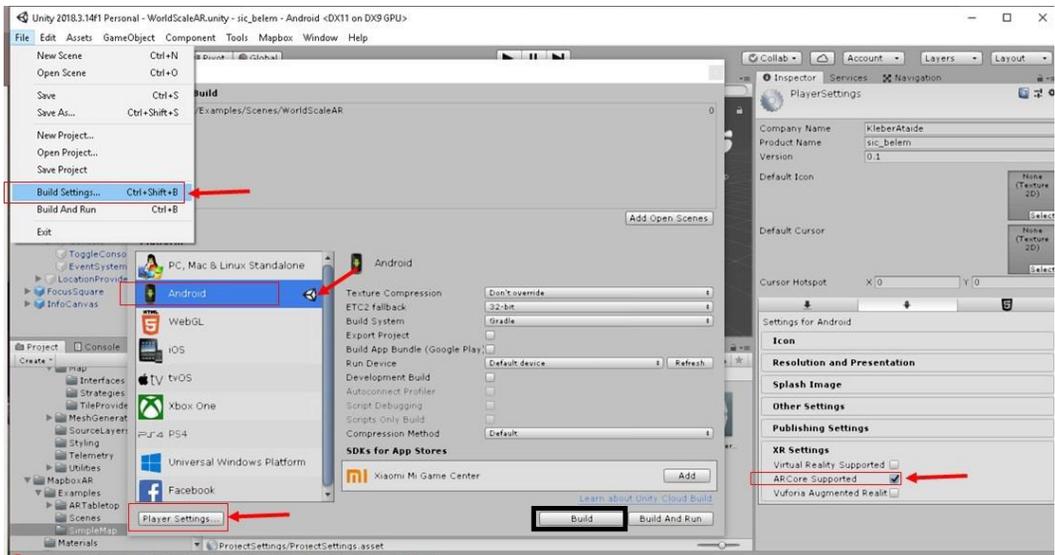



Figura 1 – Configuração e exportação para criação do aplicativo de Realidade Aumentada.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Google vem aprimorando o ARCore via Google Play Services para AR e agora é compatível com 39 dispositivos (https://developers.google.com/ar/discover/supported-devices). O ARCore requer Android 7.0 ou posterior com acesso à Internet, para instalar ou atualizar o Google Play Services for AR. O dispositivo deve ter sensores magnéticos e GPS e é recomendado um giroscópio. As limitações observadas foram: As informações de altitude geralmente são imprecisas, portanto, atualmente, é melhor usar alturas em relação à posição do dispositivo ou em relação aos planos de solo detectados. O modo paisagem não funciona bem em alguns dispositivos Android, devido a um problema de compensação de inclinação nos dados do sensor magnético. Existem limitações devido à precisão do GPS. Portanto, em boas condições, a precisão pode variar de 2 a 5 metros, e em más condições, de 10 a 20 metros. O aplicativo criado apresenta-se na Figura 2 e ainda está em fase de aprimoramento.

Figura 2 - Aplicativo de realidade aumentada baseado em localização.

4 | CONCLUSÃO

Neste estudo apresentou-se os resultados preliminares da criação de um aplicativo de realidade aumentada baseado na localização devido a um universo de soluções computacionais para apresentação gráfica das informações meteorológicas de tempo e clima a partir do avanço das tecnologias e dos algoritmos de formatação, armazenamento, processamento e transmissão de dados observados e modelados em quatro dimensões, que se aplicam principalmente nas áreas das geociências. Embora se tenha visto apenas três dimensões, é possível abrir volumes de diferentes datas, sendo assim, a visualização de dados em quatro dimensões pode tornar a visualização navegável também no eixo do tempo, podendo-se criar animações para mostrar a evolução do tempo e do clima em uma região. Finalmente, é necessária uma pesquisa de usabilidade, de interface gráfica e testes com usuários para melhoria, bem como experimentar os outros métodos e hardwares mais potentes.

REFERÊNCIAS

ATAIDE, K. R.P., Borges, V. R.P., Bezerra, W.A., Oliveira, M. G. R. Realidade aumentada aplicada à visualização de dados meteorológicos. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Meteorologia.** João Pessoa, 27 a 30 nov. 2018.

AZUMA, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., Macintyre, B. **Recent Advances in Augmented Reality.** IEEE Computer Graphics and Applications, v .21, n.6, p. 34-47, 2001.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Realidade virtual e aumentada: tecnologias para aplicações profissionais**. São Paulo: Érica, 2018, p. 144.

KIRNER, C.; Siscoutto, R. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, projetos e aplicações. **Livro do pré-simpósio. IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**. Petropolis: universidade Federeal de Juíz de Fora, 2007, p.290.

MENEGUETTE, A. A. C. Cartografia no século 21: revisitando conceitos e definições. **6-32. Revista Geografia e Pesquisa,** Ourinhos, v.6, n.1, jan./jun.2012. Disponível em:< http://vampira.ourinhos.unesp.br/openjournalsystem/index.php/geografiaepesquisa/article/viewFile/131/64>. Acesso em:30 ago.2019.

SOUZA, W. O, Espindola, G. M., Pereira, A. R.A, Sá, L.A.C.M. A Realidade Aumentada na Apresentação de Produtos Cartográficos. **Bcg - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170, sec. Artigos, Curitiba, v. 22, no4, p.790 - 806, out - dez, 2016**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bcg/v22n4/1982-2170-bcg-22-04-00790.pdf>, <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702016000400045>. Acesso em: 30 ago. 2019.

STANEK, K.; Friedmannova, L. **Cartographically Augmented Reality**. The 3rd ISDE Digital Earth Summit-Digital Earth in the Service of Society: Sharing Information, Building Knowledge-proceedings. Nessebar, Bulgaria: ISDE (2010): 1-9. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b316/5c5ea4973983277f6df48e84a2b50fb485c9.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2019.

NCEP/NCAR Reanalysis 1: Summary. Disponível em:<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>. Acesso em: 08 set. 2019.

GDAL documentation - Tutorials. Disponível em: <https://gdal.org/tutorials/index.html>. Acesso em: 01 set. 2019.

Sign in Mapbox. Disponível em: <https://account.mapbox.com/>. Acesso em: 09 set. 2019.

Access tokens - How Mapbox Works. Disponível em:<https://docs.mapbox.com/help/how-mapbox-works/access-tokens/#adding-url-restrictions-to-access-tokens>. Acesso em: 05 set. 2019.

Creating new data-how-mapbox-works. Disponível em:<https://docs.mapbox.com/help/how-mapbox-works/creating-data/#downloading-datasets>. Acesso em: 29 set. 2019.

Create new data - how-datasets-work. Disponível em:<https://docs.mapbox.com/help/how-mapbox-works/creating-data/#how-datasets-work>. Acesso em: 28 set. 2019.

CAPÍTULO 6

JASM: FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

Data de aceite: 01/06/2021

Júlia Naelly Machado Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *campus* Cocal
Cocal-PI
http://lattes.cnpq.br/2011156360972003

Aléxya Maria Leonardo de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *campus* Cocal
Cocal-PI
http://lattes.cnpq.br/8790989202135944

Marcos Pinho Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *campus* Cocal
Cocal-PI
http://lattes.cnpq.br/7029935453709825

Sandyelle Souza do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *campus* Cocal
Cocal-PI
http://lattes.cnpq.br/8909739372057753

Abraão Leal Alves
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *campus* Cocal
Cocal-PI
http://lattes.cnpq.br/2604064177699560

Thiciana Silva Sousa Cole
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *campus* Cocal
Cocal-PI
http://lattes.cnpq.br/7841081684013324

RESUMO: O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), tem como objetivo inserir licenciandos no ambiente escolar, como meio de proporcionar experiência de criação e participação dentro da sala de aula, contribuindo com a formação inicial de professores, bem como proporcionar momentos diferenciados para os alunos de Ensino Médio. Com isso, este artigo tem como objetivo identificar a contribuição do JASM, um jogo didático para o ensino de nomenclatura e estrutura das funções orgânicas, para a aprendizagem e interação dos alunos, no âmbito do PIBID. A atividade foi realizada com alunos de duas turmas de 3º ano do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI campus Cocal. Foi realizada a aplicação de um pré-diagnóstico, em ambas as turmas, como meio de verificar os conhecimentos dos alunos após a abordagem inicial de conteúdo do professor. Posteriormente, na turma de 3º ano "A" foi realizada uma revisão de conteúdo e a aplicação do JASM, seguida da aplicação de um pós-questionário. Por outro lado, no 3º ano "B", procedeu-se apenas com a revisão de conteúdo e o pós-questionário em seguida. A partir dessas atividades, observou-se que a turma onde o JASM foi realizado melhorou seu rendimento, em relação aos acertos das questões, e, além disso, salienta-se que os alunos se demonstraram mais instigados e participativos. Já no que se refere ao 3º ano "B", também foi possível identificar uma melhoria de rendimento, no entanto, em menor intensidade, quando comparada à outra turma. Desse modo, implica-se que o JASM atuou como ferramenta que favorece uma aprendizagem significativa de funções orgânicas, além de tornar as aulas mais atraentes e dinâmicas.

PALAVRAS-CHAVE: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), química orgânica, jogo didático, formação inicial de professores.

JASM: DIDACTIC TOOL FOR TEACHING ORGANIC FUNCTIONS

ABSTRACT: The Institutional Program of Teaching Initiation Scholarships (PIBID), aims to insert undergraduates in the school environment, as a means to provide experience of creation and participation within the classroom, contributing to the students initial formation, as well as provides differentiated moments for high school students. This article have as objective identify the contribution of JASM, a didactic game for the teaching of nomenclature and structure of organic functions, for the learning and interaction of students, within the scope of PIBID. The activity was carried out with students from two 3rd year classes of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí - IFPI campus Cocal. A pre-diagnosis was applied in both classes, as a means of verifying the students knowledge after the teacher's initial content approach. Subsequently, in the class 3rd year "A" a content review was carried out and the application of JASM, followed by the application of the post-questionnaire. On the other hand, in the 3rd year "B", proceeded only with a review of the content and the post-questionnaire thereafter. From these activities, it was observed that the class where the JASM was held improved their performance, improved its performance, in relation to the right questions. In addition, it is emphasized that the students demonstrate to be more instigated and participative. Regarding the 3rd year "B", it was also possible to identify an improvement in performance, however, to a lesser extent, when compared to the other class. Thus, it is implied that JASM acted as a tool, that favors a significant learning of organic functions, besides making classes more attractive and dynamic.
KEYWORDS: Institutional Teaching Initiation Scholarship Program (PIBID), organic chemistry, didactic game, initial teacher training.

1 | INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência que estuda as transformações da matéria e a energia envolvida nessas transformações. Assim, esta encontra-se presente em todos os sistemas, desde os alimentos, utensílios, medicamentos, até em grandes sistemas como o corpo humano. Desse modo, ressalta-se a importância do conhecimento desta ciência como meio de compreender melhor o mundo.

Nessa perspectiva, dada a importância do ensino de química, infere-se a necessidade de desenvolvimento de atividades que favoreçam a contextualização, interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, o que implica na melhoria do ensino-aprendizagem. No entanto, tem-se um contexto em que o aluno se encontra como um agente passivo da aprendizagem e o professor como mero transmissor (CASTRO e TREDEZIN, 2014). Desse modo, observa-se que tal metodologia remete-se ao conceito de Educação Bancária descrita por Freire (2015):

> O educador aparece como seu indiscutível agente, como seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é 'encher' os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. [...]. Dessa maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador, o depositante. (FREIRE, 2015, p. 79-80)

Partindo desse pressuposto, a educação é um processo de obtenção de conhecimento, que depende da metodologia de ensino, da interação e do processo de assimilação do conteúdo. Todavia, a educação bancária, descrita por Freire, não oferece uma boa forma de ensino por ser algo "monótono", em que o aluno apenas "decora" as informações. Sendo assim, o ensino de química torna-se desafiador para o docente, uma vez que este deve buscar métodos de ensino alternativos como meio de desmitificar o cenário atual da educação.

O ensino de Química Orgânica no ensino médio é, corriqueiramente, feito por meio de métodos tradicionais de transmissão de conteúdo, em que não há a assimilação efetiva dos conteúdos abordados. Tal fator ocorre porque, segundo Pazinato et al. (2012), os professores do ensino médio não conseguem contextualizar os conteúdos, dessa forma, acabam limitando-se a apenas apresentar teorias, nomenclaturas e regras.

Desse modo, cabe ao professor a missão de criar práticas metodológicas com o intuito de tornar as aulas mais dinâmicas, prazerosas e que contenham significação para o aluno. Sendo assim, Borges et al. (2016) abordam que "os jogos didáticos ganham espaço, nesse contexto, como instrumentos lúdicos e motivadores para a aprendizagem de conceitos químicos presentes no currículo escolar".

Para Michelini, Silva e Alves (2019), no Brasil a utilização de jogos como estratégia facilitadora tem aumentado nas últimas décadas. Isso dá-se em razão da busca pela melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, a abordagem do uso de atividades lúdicas no ensino funções orgânicas, torna-se um meio viável de metodologia ativa que corrobora com a assimilação e contextualização desses conteúdos. Assim, os jogos caracterizam como um tipo de recurso pedagógico educativo, que proporcionam a aprendizagem, mas também a interação social entre o estudante. Para isso, Luckesi (2002) afirma que:

> Na atividade lúdica, o ser humano, criança, adolescente ou adulto, não pensa, nem age, nem sente; ele vivencia, ao mesmo tempo, sentir, pensar e agir. Na vivência de uma atividade lúdica, como temos definido, o ser humano torna-se pleno, o que implica o contato com e a posse das fontes restauradoras do equilíbrio (LUCKESI, 2002, p. 16).

Nesse sentido, a atividade lúdica pode proporcionar para o meio, em sala de aula, uma melhor relação entre o conhecimento, método, professor e aluno, qualificando a forma de interação.

Sendo assim, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), abre "portas" para a inserção de graduandos em escolas públicas para que estes desempenhem atividades de cunho educativo, científico e tecnológico, com o intuito de melhorar o contexto educativo, que apresenta deficiências relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem. Um dos principais objetivos do PIBID refere-se à:

> Inserção de licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem. (CAPES, 2008)

Partindo desse pressuposto, neste trabalho desenvolveu-se o JASM, um jogo educativo sobre identificação e nomenclatura de funções orgânicas, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Assim, este tem como objetivo desenvolver o raciocínio lógico, habilidades de identificação e associação das funções orgânicas, proporcionar uma aprendizagem mais significativa, instigar o aluno por meio da competição, assim como desenvolver a interação entre aluno-professor e aluno-aluno

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido nas turmas de 3º ano "A", com a presença de 13 alunos e 3º ano "B", com 23 alunos, do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI Campus Cocal, por meio do PIBID.

Primeiramente, aplicou-se um pré-questionário em ambas as turmas, sendo que este continha 10 questões objetivas, elaboradas de forma contextualizada, contendo as seguintes funções orgânicas: álcool, hidrocarbonetos, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, fenol, ester, éter, amina, amida, enol. O pré-questionário foi aplicado após a explicação feita pelo professor.

Posteriormente, após uma semana da aplicação do pré-questionário, fez-se a aplicação do pós-questionário, sendo que ambos continham as mesmas questões. Vale ressaltar que em ambas as turmas, o professor revisou o conteúdo de funções, dando ênfase naquelas que foram abordadas nas questões. Além disso, enfatiza-se que as turmas tiveram experiências diferentes, uma vez que no 3º ano "A", fez-se a revisão, de forma expositiva e, posteriormente, aplicou-se o JASM em sala de aula. Por outro lado, no 3º ano "B", fez-se apenas o uso da aula expositivas. Por fim, ao término das atividades em ambas as turmas, aplicou-se o pós-questionário.

Cabe enfatizar que, após a correção dos questionários, em que se verificou a quantidade de acertos de cada aluno nas avaliações, fez-se a análise estatística com o software Microsoft Excel®. No que se refere aos aspectos éticos da pesquisa, a Resolução nº 510/2016 preconiza que pesquisas que envolvem o aprofundamento teórico de situações

referentes a prática docente e que não revelam dados que possam identificar os sujeitos, não serão registradas pelo sistema CEP/CONEP (BRASIL, 2016).

2.1 Materiais

Os materiais utilizados para a confecção do JASM são facilmente encontrados em papelarias e comércios, sendo eles: caixas de papelão, cartolina, cola para isopor, estilete, folha de EVA, folhas A4, isopor (10 mm), pincéis para tinta guache, tinta guache, réguas e tesouras.

Com esses materiais, confeccionou-se as peças do dominó, assim como a caixa para inclusão destes. A Figura 1 refere-se a peça de dominó. Estas foram feitas tendo como base isopor com as dimensões 5 cm x 10 cm, sendo que a base foi pintada com tintas guache. Em uma das faces da peça, adicionou-se as estruturas e nomes dos compostos orgânicos, de modo que estas foram impressas e, posteriormente coladas em cada peça.

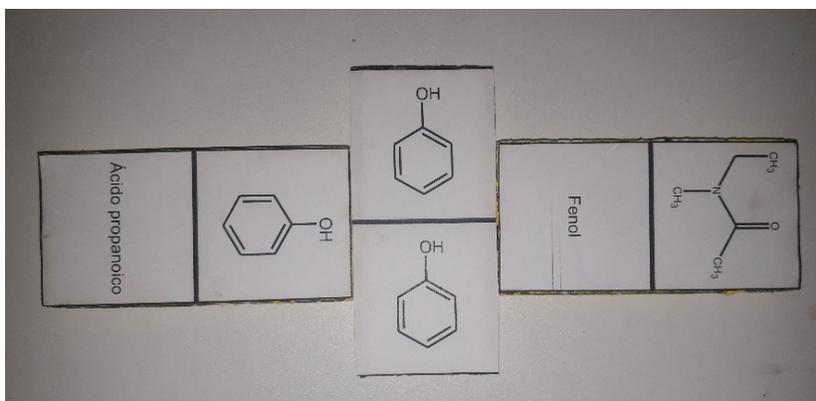



Figura 1: Peças do JASM confeccionadas.

Regras

- É um jogo de 30 peças.
- São distribuídas 6 peças de dominó para cada jogador, sendo cinco jogadores por grupo.
- O primeiro jogador é aquele que possui a peça que contém a estrutura fenol/ fenol.
- Durante o jogo, cada jogador tem direito a duas dicas.
- Cada jogador tem, no máximo, dois minutos para cada jogada, caso ultrapasse esse tempo, passa-se a vez.

- O jogo segue no sentido horário, ou vice-versa (a ser combinado previamente), e a peça lançada é encaixada na próxima peça do jogador adversário.

- Para encaixar a peça, o processo a ser seguido refere-se à associação da estrutura com a nomenclatura de cada composto. Sendo que cada peça contém um nome e uma estrutura, que não estão associadas uma a outra. Dessa forma, com o andamento do jogo, o aluno escolhe a peça, em acordo com a estruturas ou nomes que estão nas extremidades do jogo.

- O aluno deve encaixar a peça, de acordo com a que foi jogada anteriormente, como meio de dar prosseguimento ao jogo.

- O jogo é finalizado quando todos os jogadores baixam suas peças, na ordem correta, de modo que ao final, fecha-se o jogo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio da aplicação do instrumento de avaliação de aprendizagem estão expressos nas Figuras 2 e 3, onde é possível perceber a porcentagem relativa às notas dos alunos em relação ao pré e pós-questionário. As discussões a serem feitas levam em consideração a evolução das notas, comparando–se a margem de acertos dos instrumentos de avaliação. Gomes e Merquior (2017) abordam a importância da comparação de respostas, designado que isso possibilita a verificação da evolução na capacidade de distinguir e identificar as funções apresentadas.

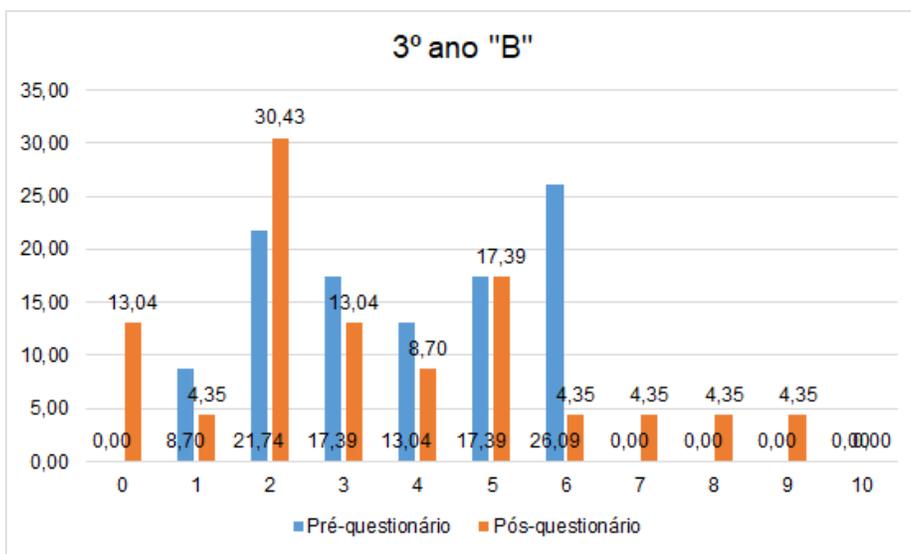



Figura 2: Percentual de alunos do 3º ano “B”, em função de suas notas

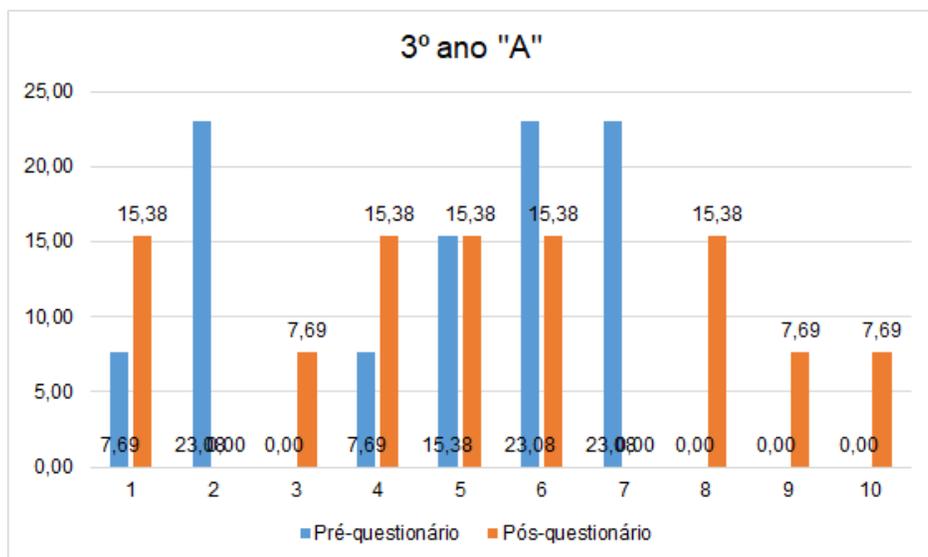



Figura 3: Percentual de alunos do 3º ano “A”, em função de suas notas.

A partir dos dados dispostos nas Figuras 2 e 3, observou-se que, em relação a aplicação do pré-questionário, em que ambas as turmas haviam tido o contato somente com o conteúdo de forma teórica, na turma do 3º ano “A”, as notas dos alunos variaram entre 1 e 7, onde 76,92% (10) dos alunos ficaram com notas abaixo da média da instituição. Por outro lado, 23,08% (3) dos alunos tiveram rendimento igual a média da instituição. Em contrapartida, na turma do 3º ano “B”, as notas variaram entre 1 e 6, sendo que 100% (23) dos discentes ficaram com nota abaixo da média. Nesse sentido, ressalta-se que em ambas as turmas não houve assimilação total do conteúdo pelos estudantes. Assim, implica-se que a complexidade do conteúdo pode propiciar esse baixo rendimento, bem como a dificuldade de compreensão e a abordagem, uma vez que existem regras de nomenclatura, assim como têm-se funções orgânicas muito parecidas, o que pode dificultar a visualização e diferenciação entre elas.

Santos, Castro e Silva (2012, p. 1) corroboram com o que é exposto, haja vista que estes afirmam que a matéria de química é “passada de forma tradicional, discursiva, descontextualizada e centralizando-se na simples memorização de fórmulas completamente desvinculadas com o cotidiano”. Além disso, Saraiva et al. (2018) abordam que “o ensino de Química Orgânica no Ensino Médio consiste na transmissão-recepção de conhecimentos que, periodicamente, não são assimilados”.

Com base nisso, observou-se que a teoria não foi totalmente eficaz no processo de aprendizagem do conteúdo de funções orgânicas. Ademais, em aulas expositivas nota-se a ausência de interação e questionamentos. Nesse sentido, Salesse (2012, p. 11) afirma que “o grande desinteresse dos alunos pelo estudo da química se deve, em geral, a falta de

atividades experimentais que possam relacionar a teoria e a prática". No entanto, é válido ressaltar que a teoria é de fundamental importância para a aprendizagem, uma vez que com ela tem-se a introdução dos conceitos, propiciando-se assim, um suporte inicial para a assimilação dos conteúdos.

Diante desse pressuposto, em que se ressalta a importância da fusão de teoria e prática, diversos são os métodos que podem ser utilizados como meio de inclusão de atividades experimentais ou lúdicas no ensino de funções orgânicas. Assim, tais métodos dão-se através da contextualização. Correia (2015) enfatiza que, para que os conteúdos possam ligar-se as práticas do cotidiano vividas pelas famílias, é necessário que os alunos tenham contato esses conteúdos de forma mais dinâmica e inovadora, com o auxílio da interseção da teoria e prática.

Com a aplicação do JASM foi possível observar a melhoria do rendimento dos alunos, com base na margem de acertos de questões. Desse modo, no 3º ano "A", turma a qual teve contato com as atividades lúdicas, notou-se que no pré-questionário, a grande maioria dos alunos teve nota abaixo da média, uma pequena porcentagem alcançou a média e não houve notas acima da média. Em contrapartida, após a aplicação do JASM, 30,76% (4) dos discentes atingiram nota acima da média. Desse modo, nota-se que houve uma maior assimilação dos conteúdos mediante a utilização dessa ferramenta didática, como menciona o aluno 1, tendo em vista que no pré-questionário nenhum dos alunos atingiu nota acima da média.

Aluno 1: "A atividade feita em sala ajudou muito no meu entendimento sobre o assunto, tanto que fiz a prova com muito mais facilidade e certeza sobre as alternativas certas, do que da outra vez em que respondi a mesma prova".

Foi possível notar que, durante a aplicação do JASM, houve uma maior interação aluno-aluno (Figura 4), competitividade, os alunos sentiram-se mais à vontade para fazerem questionamentos e o professor teve um contato mais direto com os discentes, como afirmaram os alunos 2 e 3. Ramos e Goeten (2015) abordam que, quando se trabalha a motivação, favorece-se a tomada de decisões, a aprendizagem, o interesse e, dessa forma, interfere-se de forma positiva na aprendizagem do aluno.

Aluno 2: "Participação bem ativa, alunos bem atenciosos, tiraram nossas dúvidas, o jogo nos fez aprender mais sobre o assunto e nos ajudou no questionário que fizemos, muito boa a forma de ensinar que vocês tiveram".

Aluno 3: "A atividade de hoje foi bem divertida porque facilitou o nosso aprendizado sobre o assunto e então foi possível tirar algumas dúvidas que tínhamos".

Figura 4: Interação dos alunos durante a aplicação do JASM.

Nesse sentido, implica-se que o jogo fez com que os discentes se tornassem agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem, principalmente pela interação entre eles. Além disso, o JASM atuou como um recurso atrativo e agradável, sendo que este estimulou a competitividade aliada à cooperação (Aluno 4). Para isso, Vygotsky (1994) ao destacar a importância das interações sociais, traz a ideia de mediação e da internalização como aspectos fundamentais para a aprendizagem, defendendo que a construção do conhecimento ocorre a partir de intenso processo de interação entre as pessoas.

Aluno 4: "A atividade realizada foi de suma importância para a aprendizagem, porque além de ser educativo, é dinâmico, o que influencia a aprendizagem".

Na turma do 3º ano "B", onde houve somente a explanação teórica dos conteúdos, também se observou uma pequena melhoria de rendimento no pós-questionário, mas em menor intensidade, haja vista que somente 13,05% (3) dos alunos atingiram notas entre 7 e 9. Sendo que 86,95% (20) dos alunos ficaram abaixo da média. Por mais que a melhoria de rendimento tenha sido baixa, a aula tradicional teórica favoreceu, de certo modo, a assimilação dos conteúdos. Tendo em vista que houve a constante repetição das estruturas básicas das funções orgânicas, bem como as respectivas regras de nomenclatura, sendo que foram transmitidos "macetes" para identificação e nomeação.

Foi possível observar que, em relação ao pré-questionário, visto que os alunos ainda estavam entrando em contato com o conteúdo, estes ainda não tinham uma base consolidada. Por outro lado, no pós-questionário, os alunos já estavam mais familiarizados e já detinham de um conhecimento maior sobre o conteúdo trabalhado. Rocha e Vasconcelos (2016, p. 5) abordam que "a falta de uma fundamentação teórica consistente provoca o empobrecimento do conceito ou uma ligação deste com o senso-comum relacionadas às dificuldades de aprendizagem".

Além disso, vale destacar que nas aulas expositivas os alunos demonstraram-se desinteressados, dispersos, não havia muitos questionamentos acerca do conteúdo

explicado, não tendo também, uma relação de proximidade entre aluno-professor. Para isso, Curcio e Souza (2015, p. 75) abordam que “as aulas essencialmente expositivas podem gerar desinteresse nos alunos e desse modo dificultar a aprendizagem”.

Nesse sentido, Albrecht e Kruger (2013) afirmam que o desinteresse por parte dos alunos não é responsabilidade somente dos professores, no entanto, quando se propõe novas formas de ensinar, com maior dinamismo e participação, faz-se com que o interesse ressuscite, tornando as aulas mais prazerosas.

Partindo desse pressuposto, denota-se que com a aplicação de atividades lúdicas houve o favorecimento da aprendizagem, interações, motivação, empenho, bem como propiciou a associação das estruturas orgânicas com as suas respectivas nomenclaturas (Aluno 5). Desse modo, corrobora-se com o que é descrito por Pezzini e Szymanski (2008) em que quando o professor desafia os alunos com atividades interessantes, os problemas alegados como indisciplina ou desinteresse deixariam de existir, em função do prazer proporcionado aos alunos.

<u>Aluno 5:</u> “A atividade foi divertida e ajudou a associar as estruturas a sua nomenclatura”.

Com base nos resultados e nos depoimentos dos alunos, observa-se que o JASM auxiliou no entendimento do conteúdo de funções orgânicas e contribuiu com uma maior interação na sala de aula e no maior interesse dos alunos. Assim, enfatiza-se a necessidade da inclusão de jogos didáticos no ensino de funções orgânicas, tendo em vista que essas ferramentas podem contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma aprendizagem mais significativa, assim como facilitar as interações sociais e a busca pelo saber. Além disso, em razão da importância desse conteúdo para a formação do estudo, faz-se necessária a implementação de novas metodologias que facilitem sua compreensão. Corroborando com isso, Almeida *et al.* (2016) também utilizaram um jogo didático para o ensino de funções orgânicas e constataram que “o uso do jogo didático é uma prática pedagógica eficaz no sentido de tornar as aulas mais atraentes e divertidas”.

Por fim, é válido destacar que a implementação desse tipo de atividade por meio do PIBID é de fundamental importância. Obara, Broietti e Passos (2017, p. 993) enfatizam que “o PIBID cumpre o papel de motivador do interesse pela profissão docente e é um campo frutífero para a idealização de uma identidade docente”. Dessa forma, ressalta-se que a execução dessa atividade foi relevante para a formação inicial dos bolsistas, em que o contato com a sala de aula possibilitou reflexões, aperfeiçoamento da prática docente, criticidade e criatividade, sendo de fundamental importância para a formação da identidade docente.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o JASM se mostrou uma ferramenta de suma importância para o ensino de funções orgânicas, tendo em vista a visível melhoria de rendimento e a significativa contribuição deste para uma maior interação entre aluno-aluno e aluno-professor, ocasionando uma participação ativa dos discentes durante a aula. Assim, este diversificou as metodologias de ensino, buscando resgatar o interesse e o gosto dos alunos pelo aprender.

Outrossim, ressalta o dinamismo existente, quanto a utilização do JASM, haja vista que este, enquanto atividade lúdica, pode ser adaptado para os mais diversos conteúdos da química orgânica, podendo ser eficaz também, no ensino de outros conceitos químicos. Também podendo ser uma atividade interdisciplinar, que pode ser utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento.

Ademais, vale ressaltar que as atividades lúdicas devem ser utilizadas como instrumento de apoio, como meio de reforçar os conteúdos vistos anteriormente. Além disso, destaca-se que esta deve ser pensada de modo que seja capaz de desenvolver uma disputa divertida, que acarretará melhoria de interações e o efetivo engajamento do aluno, desenvolvendo um caminho correto e coerente para este. Desse modo, enfatiza-se a importância da fusão de teoria e prática no ensino de química.

Diante disso, é de fundamental importância que professores utilizem uma linguagem atraente, transformando o conteúdo em vivência. Bem como é de suma importância que professores desenvolvam atividades lúdicas como meio de transformar a metodologia usada em sala de aula e como recurso de apoio que possa sanar lacunas decorrentes do ensino teórico.

Por fim, enfatiza-se a relevância do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) em instituições, haja vista que este possibilita que graduandos desenvolvam atividades que irão agregar de forma significativa na sua formação docente, em aspectos de experiência e didáticos. Bem como este promove a criação de ações, em escolas, possibilitando a inclusão de novas práticas didáticas, favorecendo uma aprendizagem significativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas. Bem como a colaboração dos alunos das turmas, por participarem das atividades.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. D.; KRUGER, V. **Metodologia tradicional x metodologia diferenciada: a opinião de alunos**. In: 33º EDEQ - Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, UNIJUÌ, 2013.

ALMEIDA, M. O.; RIBEIRO, V. G. P.; ARRUDA, A. R. P.; MAIA, F. J. N.; MAZZETTO, S. E. **O Efeito da Contextualização e do Jogo Didático na Aprendizagem de Funções Orgânicas**. Rev. Virtual Quim., v. 8, n. 3, p. 767-779, 2016.

BORGES, E. E.; ALMEIDA, M. M. B.; LIMA, I. B.; SOUSA, P. H. M. **Trilha das funções orgânicas**: um jogo didático para o ensino de química. Conex. Ci. E Tecnol., n. 10, v. 4, p. 133–140, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Brasília: Diário Oficial da União, 2016.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior. **PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**, 2018. Disponível em: https://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid. Acesso em: 19 de set. 2019.

CASTRO, D. F.; TREDEZINI, A. L. M. **A importância do jogo/lúdico no professo de ensino-aprendizagem**. Revista Perquirere, v. 11, n. 1, p. 166-181, 2014.

CORREIA, C. F. S. **O estudo da Química no cotidiano**: as dificuldades para os alunos no ensino de Química. Paraná: Fenix, 2015.

CURSIO, C. A. F.; SOUZA, L. S. **O protagonismo do aluno nos processos de aprendizagem**: um estudo de caso. Revista de Investigación Educativa Universitaria, v. 1, n. 1, p. 74-78, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 59. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

GOMES, L. O.; MERQUIOR, D. M. **O uso dos jogos e atividades lúdicas no ensino médio em química**. Revista UNIABEU, v. 10, n. 24, p. 187-205, 2017.

LUCKESI, C. C. **Ludicidade e experiências lúdicas**: uma abordagem a partir da experiência interna. In: Porto, S. B. Educação e Ludicidade – Ensaios 02 (22–60), GEPEL/FACED/UFBA, 2002.

MICHELINI, L. J.; SILVA, N. A. N.; ALVES, D. A. **Dominó do laboratório**: uma proposta lúdica para o ensino de boas práticas de laboratório no ensino médio e técnico. In: VOIGT, C. L. O Ensino de Química 2 (66-77). Ponta Grossa-PR: Atena Editora, 2019.

OBARA, C. M.; BROIETTI, F. C. D.; PASSOS, M. M. **Contribuições do PIBID para a construção da identidade docente do professor de Química**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 23, n. 4, p. 979-994, 2017.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. **Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos**. Química Nova na Escola, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

PEZZINI, C. C.; SZYMANSKI, M. L. **A falta de desejo de aprender**: Causas e consequências. Universidade Estadual do Oestes do Paraná: Secretaria de Estado da Educação, 2008. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/853-2.pdf. Acesso em: 05 de dez. 2019.

RAMOS, D. K.; GOETEN, A. P. M. **Aspectos motivacionais e a relação professor-aluno**: um estudo com alunos do ensino médio. Revista CAMINE: Caminhos da Educação, v. 7, n. 1, p. 23-37, 2015.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química**: algumas reflexões. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis, 2016.

SALESSE, A. M. T. **A experimentação no ensino de química**: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. 2012. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SANTOS, J. M.; CASTRO, S. L.; SILVA, T. P. **Jogos Didáticos no processo de Ensino aprendizagem de Química**. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, 2012.

SARAIVA, F. T. M.; OLIVEIRA, B. M. M.; SANTOS, R. S. S.; ALMEIDA, J. W. **Construção e validação de um jogo didático como recurso de ensino de funções orgânicas e nomenclatura no ensino médio**. Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica, v. 5, n. 1, 2018.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

CAPÍTULO 7

ETNOASTRONOMIA NA COMUNIDADE INDÍGENA TREMEMBÉ NO ESTADO DO CEARÁ: ONTOLOGIAS, SABERES E RESISTÊNCIA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 06/04/2021

Ana Clara Souza Araújo
Instituto Federal do Ceará - IFCE, Curso de Licenciatura em Física
Acaraú - Ceará
http://lattes.cnpq.br/2268389912260105

Catarina Angélica Antunes da Silva
Instituto Federal do Ceará - IFCE, Departamento de Ensino -Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Biológicas
Acaraú - Ceará
http://lattes.cnpq.br/4477073149386850

RESUMO: Etnoastronomia é a ciência que estuda as diferentes abordagens que os povos de diferentes etnias têm em relação ao uso da astronomia em tarefas cotidianas. Essa pesquisa, objetiva conhecer as percepções astronômicas do povo indígena Tremembé, do Aldeamento de Almofala, e como essas percepções influenciam em sua cultura, ontologia e saberes. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório bibliográfica, fundamentada em entrevista semiestruturada. Os entrevistados fazem parte da Aldeia indígena Tremembé, no Ceará, com liderança do cacique. Os entrevistados consideram a astronomia como a fonte de todo entendimento, são guias norteadores nas tarefas cotidianas e na própria convivência. Após finalizada a pesquisa, foi possível compreender a importância da Etnoastronomia para os povos, uma vez que a mesma apresenta a perspectiva de cada um com relação ao mundo e uns com os outros. Os estudos etnoastronômicos facilitam a elaboração de uma concepção de astronomia mais humanizada.

PALAVRAS-CHAVE: Etnoastronomia, Povos, Humanidade.

ETHNOASTRONOMY IN THE TREMEMBÉ INDIGENOUS COMMUNITY IN THE STATE OF CEARÁ: ONTOLOGIES, KNOWLEDGE AND RESISTANCE

ABSTRACT: Ethnoastronomy is the science that studies the different approaches that people of different ethnicities have regarding the use of astronomy in everyday tasks. This research aims to understand the astronomical perceptions of the Tremembé Indians, from the Almofala Village, and how these perceptions influence their culture, ontology and knowledge. It is a qualitative research, with an exploratory bibliographic character, based on a semi-structured interview. The interviewees are part of the Tremembé indigenous village in Ceará, under the leadership of the chief. Respondents consider astronomy to be the source of all understanding, they are guiding guides in daily tasks and living together. After the conclusion of the research, it was possible to understand the importance of Ethnoastronomy for people, since it presents the perspective of each one in relation to the world and to each other. Ethnoastronomic studies facilitate the development of a more humanized conception of astronomy.

KEYWORDS: Ethnoastronomy, People, Humanity.

1 I INTRODUÇÃO

A Etnoastronomia é a ciência que estuda as diferentes abordagens que o povo de diferentes etnias tem em relação ao uso da astronomia em tarefas cotidianas, bem como caçar, pescar, plantios e até mesmo a utilização da mesma em seus rituais e costumes. Através da identidade de cada povo, suas práticas e costumes a Etnoastronomia é uma ferramenta poderosa no resgate de saberes há muito tempo perdidos.

É por meio dos significados produzidos pelas representações que damos sentido à nossa experiência e àquilo que somos. [...] A representação, compreendida como um processo cultural, estabelece identidades individuais e coletivas e os sistemas simbólicos nos quais ela se baseia fornecem possíveis respostas às questões: Quem eu sou? O que eu poderia ser? Quem eu quero ser? Os discursos e os sistemas de representação constroem os lugares a partir dos quais os indivíduos podem se posicionar e a partir dos quais podem falar. (WOODWARD, 2000, p.17).

A questão da identidade está sendo extensamente discutida na teoria social. Em essência, se argumenta que as velhas identidades, que por muito tempo estabilizaram o mundo social, estão em declínio, fazendo surgir novas identidades e fragmentando o indivíduo moderno, visto como um sujeito unificado (HALL, 2006).

Desta forma, Urquiza (2013) diz que a identidade e a diferença têm que ser ativamente produzidas. Elas não são criaturas do mundo natural ou de um mundo transcendental, mas do mundo cultural e social. Somos nós que as fabricamos, no contexto de relações culturais e sociais. A identidade e a diferença são criações sociais e culturais.

No Brasil os povos indígenas foram os primeiros astrônomos, uma vez que seu cotidiano estava diretamente ligado ao movimento dos astros (BARROS, 2010), bem como suas tarefas, por meio da caça, da pesca e do plantio. Fenômenos como eclipses lunares e eclipses solares, estrelas cadentes ou cometas, eram tidos como presságios divinos, onde os trovões e tempestades eram tidos como presságios ruins.

A Etnoastronomia investiga o conhecimento astronômico de povos tradicionais atuais, ou seja, “grupos étnicos ou culturais contemporâneos” (AFONSO, 2010), principalmente por meio de registros etnográficos e relatos de tradições orais. Significa dizer, que essa ciência é interdisciplinar, pois envolve conhecimento de astronomia, antropologia, português e matemática.

Ao contrário da astronomia convencional, uma ciência exata e essencialmente teórica, a astronomia indígena utiliza métodos empíricos, relacionando o movimento do sol, da lua e das constelações com eventos meteorológicos que acontecem ao longo do ano, como períodos de chuva e estiagem, de calor ou de frio (MARIUZZO, 2012).

Refletindo a cerca da perca que os povos indígenas sofreram desde a chegada dos colonizadores, além de serem desmoralizado, tendo sua cultura arrancada, seus costumes mudados, começaram a falar outra língua, sendo atacados no mais profundo

do seu ser, pensou-se em estudar como os povos indígenas associam a astronomia com suas tarefas cotidianas e com sua visão de mundo. Com base na história de lutas, e na perca da identidade desses povos, iniciou-se um projeto de pesquisa, visando conhecer a Etnoastronomia na comunidade indígena Tremembé no Estado do Ceara, suas ontologias, saberes e resistência.

2 I FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Povo Tremembé no Ceará

De acordo com o PIB socioambiental, os Tremembé foram citados em documentação histórica e em diversas obras do período colonial, tendo sido aldeados em certas missões, tanto no Maranhão como no Ceará, muitas vezes convivendo e fundindo-se a outras etnias também aldeadas pelos religiosos. Almofala foi o mais conhecido aldeamento dos Tremembé, tendo sido fechado na segunda metade do século XIX. Em 1857, suas terras foram doadas aos índios da antiga povoação, mas acabaram sendo invadidas gradativamente por latifundiários (CHAVES, 1973).

Contudo, a população indígena continuou vivendo na mesma região, inclusive mantendo o ritual do tórem. Chamados de caboclos ou descendentes de índios pelos regionais, os Tremembé passaram reivindicar o reconhecimento oficial de sua identidade étnica a partir da década de 1980. Em 2003, a Terra Indígena Tremembé Córrego do João Pereira foi a primeira a ser homologada no estado do Ceará (CHAVES, 1973).

Nos séculos XVI e XVII, os Tremembé ocupavam a extensa região litorânea que segue do atual Pará ao Ceará. Com a colonização portuguesa, aldeamentos missionários foram criados, destacando-se o de Tutóia (Maranhão), controlado pelos jesuítas, e o do Aracati-mirím (Ceará), que era controlado por padres seculares. A criação da Missão do Aracati-mirím ocorreu muito provavelmente no primeiro quartel do século XVIII. De fato, algumas sesmarias foram concedidas a padres seculares na região próxima à Missão entre 1724 e 1744, inclusive algumas se referem às terras da Missam do tapuya Tramanbe. Depois chamada de Missão de Nossa Senhora da Conceição dos Tramambés, ela consolidou-se como uma irmandade, composta e administrada por religiosos e leigos, que floresceu com extenso patrimônio de terras e cabeças de gado. Era uma instituição de catequese, mas voltava-se também aos serviços religiosos para uma população regional.

Em 1766, a Missão tornou-se uma freguesia de índios e foi rebatizada de Almofala, um topônimo de origem árabe-portuguesa. No fim do século XVIII, porém, a irmandade foi declinando pouco a pouco, perdendo grande parte de seu patrimônio. A povoação de Almofala continuou a ser habitada, porém, por população indígena. Ao longo da primeira metade do século XIX, diversos “diretores de índios” foram, inclusive, nomeados para a povoação, perdurando até 1858, quando a diretoria foi definitivamente suprimida por lei

provincial, o que corresponde à posição política do governo cearense sobre os aldeamentos indígenas.

A figura do "cacique", para os Tremembé foi produzida em tempos mais recentes. Muito provavelmente a partir de meados da década de 1980, quando missionários católicos e, depois, os agentes da Funai passaram a atuar. De fato, o "capitão" que organizava o torém foi conduzido à posição de "cacique" por conta dos efeitos do campo indigenista no estado do Ceará. Essa liderança Tremembé passou a ser nomeada e tratada como "cacique" depois de um dos primeiros encontros de povos indígenas do Nordeste que participou. Se antes a autoridade do "cacique" era pouco normatizada em termos políticos, ela foi progressivamente se cristalizando, especialmente em termos de liderança e intermediação política diante de agentes e grupos externos. Do mesmo modo, passou a assumir representatividade política diante de outras lideranças indígenas (VALLE, 2018).

2.2 Cultura do povo Tremembé

Os Tremembé são um povo indígena que habita o literal do Oeste do Ceará e costumam lidar com plantas que servem para utilidades diversas. Por isso, elas estão presentes na vida desse povo indígena a todo o instante; por exemplo, na alimentação humana e animal, na confecção de artefatos, nos medicamentos, nas práticas de cura e rituais. A complexa relação dos seres humanos com as plantas ensejou debates clássicos da ciência antropológica, nos quais foram elaborados conceitos e teorias em busca da compreensão de práticas e crenças associadas aos vegetais.

Para Barth (2000), as distinções interétnicas não dependem de isolamento ou ausência de interação com outras culturas; mas sim, da organização e mobilização de suas instâncias representativas em torno da autoidentificação e da concessão de direitos. As interações entre grupos distintos podem reforçar as diferenças, à medida que há o estranhamento do outro e o esforço performático pela autoafirmação.

Gonçalves (1994, p. 87) conclui que não se devem privilegiar somente dados históricos, quando se trata de definir terras de ocupação tradicional indígena, porque o tradicionalmente do texto constitucional (§ 1o, art. 231, CF/88) não se refere a tempo pretérito; senão, à forma de ocupação de um dado território no presente. Isso implica dizer também da ocupação atual, segundo culturas e tradições, as quais são bastante dinâmicas. Quando se observa um grupo enquanto portador de uma cultura distinta, suas diferenças tendem a se destacar, de forma a serem percebidas pelas distinções de um inventário de traços culturais.

À primeira vista, os Tremembé não se distinguem culturalmente dos não- índios ou regionais do município de Itarema. Quanto ao critério lingüístico, falam o português. Assim, perderam historicamente sua língua nativa. Para alguns autores, eles pertenceriam a uma família linguística específica no passado pré-contato, não sendo possível classificá-la no quadro das línguas ameríndias. Não eram supostamente tupi, de quem eram inimigos

(D'Evreux, 2002). Contudo Seraine alude que a maioria dos vocábulos das cantigas da dança ritual do torém teria origem tupi ou da língua geral. Há, portanto, bastante incerteza quanto ao aspecto linguístico.

> Os Tremembé mantêm a dança do torém como sua expressão cultural mais singular. É uma dança de roda, acompanhada por canções que misturam palavras em português com palavras de origem indígena na forma de quadras. No centro do círculo, fica um ou dois dançarinos, os toremzeiros, que dançam por meio de passos compassados e alguns razoavelmente estilizados. Os dançarinos são acompanhados pelo som do maracá. Ao longo da dança, os dançarinos consomem uma bebida fermentada de caju, conhecida como mocororó. Contudo, esse ritual vem mudando ao longo da história (OLIVEIRA, 2015).

Diversas vezes, o torém foi apresentado em festas de santos padroeiros e também de candidatos diversos às prefeituras dos municípios próximos de Almofala. As figuras da "tia" Chica e de Zé Miguel da Lagoa Seca eram muito destacadas por ainda manterem certa "pureza" étnica, que os ligavam a seus antepassados. Na época, o torém devia ser mantido principalmente por indivíduos articulados por vínculos próximos de parentesco, de compadrio e de vizinhança, considerados como os verdadeiros conhecedores da tradição.

Na década de 1970, o Instituto Nacional de Folclore realizou levantamento de diversas manifestações culturais, supostamente em via de desaparecimento, no Estado do Ceará, como parte da Campanha de Defesa do Folclore Brasileiro (Funarte/INF/Sesi/CDFB, 1976). Envolvendo pesquisadores cearenses e professores universitários, o estudo priorizava o torém, o que viria resultar na produção e distribuição de um disco compacto em vinil, tratando especificamente do torém de Almofala. O disco fazia parte de uma série musical da agência do Estado brasileiro responsável pelo folclore do país.

3 | METODOLOGIA

3.1 Caracterização do lócus da pesquisa

A pesquisa aqui apresentada, foi aplicada na aldeia indígena Tremembé, situada em Almofala, no estado do Ceará. A aldeia possui a escola indígena Tremembé Maria Venância, que possui os níveis de ensino infantil, fundamental, médio e educação indígena.

Na aldeia, vivem cerca de quinhentas famílias, somando um total de três mil e quinhentas pessoas. A região da Almofala compreende a junção de um grupo de localidades onde residem tanto os Tremembé como regionais e proprietário de terras. Almofala possui diversos ecossistemas, com variedade ambiental com relação a vegetação e aos animais, com variados tipos de solo e relevo. É uma área litorânea e conta com a presença do rio Aracati-mirim e de vários lagos e córregos. É importante destacar que em 1991, o Projeto Tamar criou uma base de proteção das tartarugas marinhas na costa de Almofala.

3.2 Os sujeitos participantes da pesquisa

Os índios da etnia Tremembé foram escolhidos tanto pela sua história de lutas, dedicação por sua terra, assim como pela sua empatia pelos pesquisadores e pela proposta da pesquisa. Sabe-se que por toda a história de dominação do europeu sobre o índio, não é tão simples para determinados aldeamentos indigenas abrir suas portas, ter contato com pesquisadores e contar sua história.

O povo Tremembé de Almofala foi muito receptivo. Sempre dispostos a responderem as perguntas propostas pela pesquisa e atentos. Um povo disposto a contar sua história e compartilhar de sua cultura.

3.3 Procedimentos

A metodologia consistiu na aplicação de um questionário e em uma revisão bibliográfica em livros e sites seguros, sobre o povo Tremembé no estado do Ceará, a astronomia como ferramenta norteadora das atividades cotidianas dos índios, a cultura indígena e suas lutas ao longo do tempo. As perguntas foram feitas ao chefe da tribo indígena Tremembé de Almofala com auxílio do seu neto.

Foi escolhida a ferramenta questionário porquê de acordo com Gunther (2006), aquele que busca a construção do conhecimento, através da pesquisa, utilize formas complementares, e não isoladas, de utilização da pesquisa quantitativa e qualitativa, sem se prender a um ou outro método, adequando-os para solução do seu problema de pesquisa. O questionário, segundo Gil (1999, p.128), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”

A etnoastronomia, além do conhecimento que pode oferecer é capaz de levar o indivíduo -- independente de sua etnia, raça ou religião – a reflexão do próprio ato de respeitar e ser empático, pois não é preciso concordar com as crenças do outro para se viver em harmonia, mas sim reconhecer que todos tem liberdade de expressão.

O questionário foi construído contendo oito perguntas relacionadas aos astros celestes e o seu significado para a comunidade indígena Tremembé. O material de pesquisa para a revisão bibliográfica utilizou-se a Constituição Federal e a educação indígena, a Lei de Diretrizes e Bases da educação brasileira e educação indígena. Utilizou-se também grandes livros como O local da cultura de Bhabha e a Identidade cultural da pós-modernidade.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, tanto com a aplicação do questionário quanto com a revisão bibliográfica feita, foi de extrema relevância para fins de conhecimento com relação a

Etnoastronomia na comunidade indígena Tremembé no Estado do Ceará: ontologias, saberes e resistência. A seguir, estão dispostas as perguntas e respostas do referido questionário feito com o Cacique João Venâncio Tremembé do Aldeamento de Almofala, que possui 65 anos, sendo o articulador do movimento indígena e diplomado pela UNESCO como mestre da cultura do povo Tremembé.

Na Astronomia, astro é o nome dado aos corpos celestes que orbitam no espaço. No entanto, no que diz respeito à Astrologia, os astros possuem o mesmo significado que os planetas. São eles: Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. Buscando-se compreender qual concepção de astros molda o entendimento do cacique e de sua tribo, perguntou-se ao cacique o que era os astros, o mesmo declarou:

> Os astros celestes têm muitos significados, servem de caminhos, são guias norteadores. São eles a base para todas as atividades do cotidiano, assim como para seus rituais. (CACIQUE DA TRIBO, 2019)

Percebe-se, pela fala do cacique, o quanto a astronomia é importante no cotidiano da tribo, bem como é uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento de ideias e planos. Diante dessa fala, perguntou-se o que os astros representam para a comunidade,

> Os astros celestes para a comunidade, são a fonte de todo entendimento, pois a partir deles é possível distinguir épocas de seca e de cheia, marés altas e baixas, épocas boas e ruins para o plantio, para caça e pesca. (CACIQUE DA TRIBO, 2019)

A observação do céu é uma prática milenar realizada por diversos povos de culturas distintas. Dentre esses povos, os indígenas brasileiros contam suas sabedorias sobre os astros através de histórias classificadas como contos ou mitologias. Contudo, pesquisadores que conviveram e aprenderam a cultura e sabedorias desses povos explicam que o que muitos veem como mera mitologia, na verdade, é uma forma encontrada para a transmissão dos conhecimentos empíricos que indicam a correlação entre os eventos celestes com eventos naturais do planeta Terra. A partir disso, buscou-se conhecer qual a importância dos astros para as atividades do seu dia-a-dia, a resposta encontra-se abaixo:

> São muito importantes pois a convivência do dia a dia é baseada por eles, pela natureza dos astros. Através de suas mudanças com o decorrer do tempo e suas fases. Suas mudanças de lugar no céu, sejam diurnas ou noturnas. Esses conhecimentos, de acordo com o líder da comunidade indígena são repassados de geração para geração ao longo do tempo, sendo não apenas mais uma forma de conhecimento, mas também de sobrevivência. (CACIQUE DA TRIBO, 2019)

A constelação do Cruzeiro do Sul, por exemplo, era usada para determinar os pontos cardeais, as horas da noite e as estações do ano. Há muitas gravuras e pinturas rupestres que representam uma cruz, em sítios arqueológicos. Para os índios da família Tupi-Guarani, a constelação do Cruzeiro do Sul tem também um sentido mitológico. Sabendo que os

índios da tribo Tupi= Guarani foram muito criticados, até por intelectuais, quando deram opniões como por exemplo em relação aos monólitos que estudados, quando disseram que os mesmos tinham ligação com os índios e possuíam objetivos astronômicos. Perguntou-se a família Tremembé se existe alguma narrativa oral contada pelos antepassados sobre os astros, sobre isso o cacique respondeu:

> Existe a narrativa chamada de sete estrelas muito contada entre os índios Tremembé. De acordo com a narrativa, um homem comprou um boi fiado de outro homem para pagar em janeiro. Quando chega o dia de pagar ele se esconde. Só aparece depois de janeiro. Essa narrativa oral, faz referência ao aglomerado das plêiades ou M45, que é um aglomerado aberto de estrelas vistas no hemisfério norte, na constelação de touro que é visível depois de janeiro. Além dessa narrativa, existe outras como a barca de Noé, Carnaúba, Cruzeiro do Sul, entre outros. (CACIQUE DA TRIBO, 2019)

Outro ponto que se buscou conhecer do povo Tremembé, foi em relação a influência dos astros celestes aparecem na música e demais manifestações culturais da comunidade. Como essa visão astronômica deles podia influenciar na sua cultura. O chefe da tribo comentou:

> Depende muito do momento, podem aparecer em cantigas de rodas, nas histórias, em manifestações culturais como por exemplo o Torem. (CACIQUE DA TRIBO, 2019)

A interação entre a comunidade científica e as comunidades nativas pode ser exemplificada a partir da observação indígenas sobre o comportamento do mundo animal associado às fases da lua. Eles notaram que, durante a lua cheia, a quantidade de mosquitos é maior, o que foi importante, na aplicação de inseticidas no combate ao Aedes aegypti (MARIUZZO, 2018). A partir dessa interação, buscou-se compreender como os astros interferem no cotidiano da comunidade,

> Para a comunidade, os astros interferem quase sempre no cotidiano. Um exemplo disso é a maré, que influencia numa série de acontecimentos. Outro exemplo é a lua, que de acordo com a cultura Tremembé influencia até na gestação das mulheres. A lua também influencia em algumas pessoas mais sensíveis, daí surgiu o termo “aluado”. (CACIQUE DA TRIBO, 2019)

É possível perceber, de acordo com Fares (2004) que os mitos, lendas e teorias são contados com o intuito de mostrar ao público algumas das diversas concepções de origem do universo, acreditando que discutir múltiplas formas de se conhecer uma determinada realidade é um recurso válido para tentar fazer o público perceber que assim como não há verdade absoluta acerca da origem do Universo, da mesma forma não existe, e nem poderia existir, uma única visão de mundo capaz de definir, interpretar e compreender a realidade social e o sentido desta como um todo.

Existem, no entanto, verdades construídas de acordo com a cultura de cada povo, fruto da incessante busca humana pelo conhecimento, que é necessária à sua

sobrevivência. Pois é característico e fundamental a todo indivíduo querer conhecer a origem e o significado de tudo que o cerca. Esta é uma das principais diferenças entre a aventura do ser humano na Terra e a dos demais seres vivos. É desta forma que o sentido da existência humana vai sendo construído, no decorrer da história das sociedades e de cada pessoa.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a revisão bibliográfica concluída e o questionário aplicado, objetivando conhecer a etnoastronomia ou a percepção dos índios Tremembé de Almofala sobre a astronomia e como esse conhecimento pode levar o homem a reflexão da sua própria visão de mundo e a respeitar próximo, concluiu-se que a etnoastronomia é uma ferramenta poderosa de reflexão e respeito. Ferramenta essa, capaz de unir etnias diferentes.

De acordo com Fares; Martins; Araújo e Filho (2004), a relação do homem com o céu ocorreu, e ocorre, por vários motivos. Há, por um lado, todo o encanto e mistérios, próprio de tudo que é grandioso, instigando a contemplação celeste; e, por outro, existe a necessidade de orientação, que para os povos antigos era fundamental à sobrevivência dos mesmos, visto não disporem de outros meios de localização no espaço e tempo, que não fossem as estrelas.

No artigo O universo das sociedades numa perspectiva relativa: exercícios de etnoastronomia, os autores buscam compreender a significação social que cada povo constrói para justificar os seus atos, costumes, valores, crenças, etc. E mostram que essa busca é um ponto chave para se entender a importância do respeito às diversas visões de mundo. As divergências de opiniões e ideias para se explicar, por exemplo, a origem do Universo é natural da espécie humana, pois reflete uma pluralidade de valores e crenças próprios de qualquer indivíduo que tenha um mínimo de liberdade para expressar seus pensamentos, trazendo à tona um aspecto marcante de toda sociedade: a heterogeneidade cultural.

Cada cultura, como foi visto, atribui significados, sentidos e destinos à existência humana, balizando as suas próprias regras e constituindo-se de conjuntos de verdades relativas aos atores sociais que nela aprenderam por que e como existir. (FARES; MARTINS; ARAUJO; FILHO: 2004). Além de permitir a continuidade dos conhecimentos etnoastronômicos das populações indígenas, os estudos podem facilitar a elaboração de uma concepção de astronomia mais humanizada, ou seja, que leve em consideração saberes e culturas de outros povos, que por sua vez, possui valor e veracidade iguais às cientificamente aceitas. (DA SILVA GARCIA, 2016).

Da Silva Garcia (2016), ainda afirma que não se quer que o conhecimento científico sistematizado pela escola seja deixado de lado, mas que os professores da escola da comunidade possam utilizar a Etnoastronomia, para que seja possível compreender que

há aspectos da cultura tradicional que devem ser valorizados no ambiente escolar. Caso a compreensão desses não seja incentivada na escola, o que se ensina para os alunos se tornará uma verdade imutável e inquestionável, fazendo com que a cultura seja preterida, em relação ao conhecimento científico.

Neste sentido, é urgente superar a monocultura da mente (SHIVA, 2003), indo além de um conjunto de práticas herméticas construídas através de culturas narcísicas de uma ciência. Desse modo, pode-se perceber que transcender propostas educativas redutoras por meio da interconexão entre conhecimentos derivados de diferentes culturas, porém de mesma finalidade é possibilitar uma nova visão sobre a ciência diante da diversidade cultural; unindo saberes indígena a saberes científicos sistematizados.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Germano Bruno. **Mitos e Estações no céu Tupi-Guarani.** Scientific American Brasil. Disponível em: <https://bit.ly/1zsrDQo>. Acesso em: 08 nov. de 2018.

BARROS, Osvaldo dos Santos. **Objetiva (ação) da medida e contagem do tempo em práticas socioculturais e educativas.** 2010.

BARTH, Fredrik. Os grupos étnicos e suas fronteiras. In: LASK, Tomke. **O guru, o iniciador e outras variações antropológicas**. Rio de Janeiro: Contracapa Livraria, 2000. p. 25-68.

CHAVES, Luiz G. M. **Trabalho e subsistência, Almofala: aspectos da tecnologia e das relações de produção.** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 1973. (Dissertação de Mestrado).

DA SILVA GARCIA, Caroline et al. **"As coisas do céu":** etnoastronomia de uma comunidade indígena como subsídio para a proposta de um material paradidático. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 21, p. 7-30, 2016.

D'EVREUX, Yves. **Viagem ao norte do Brasil:** Feita nos anos de 1613 a 1614. São Paulo: Editora Siciliano. 2002.

FARES, Érika Akel et al. **O universo das sociedades numa perspectiva relativa:** exercícios de etnoastronomia. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 1, p. 77-85, 2004.

GONÇALVES, Wagner. Terras de ocupação tradicional: aspectos práticos da perícia antropológica. In: SILVA, O. S.; LUZ, L.; VIEIRA, C. M. (Org.). **A perícia antropológica em processos judiciais.** Florianópolis: UFSC, 1994. P. 75-83.

HALL, Stuart. **A identidade cultural na pós-modernidade.** TupyKurumin, 2006.

MARIUZZO, Patrícia. **O céu como guia de conhecimentos e rituais indígenas.** Revista Ciência Cultura. Vol.64 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2012. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252012000400023>. Acesso em: 08 nov. de 2018.

OLIVEIRA, Renata Lopes de. **O torém como lugar de memória e espaço de formação na educação escolar diferenciada indígena Tremembé.** 2015.

SHIVA, Vandana. **Monoculturas da mente:** Perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003.

URQUIZA, Moema G. **Identidades indígenas na mídia:** Um estudo com professores indígenas sobre identidade/diferença e representação. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado). Campo Grande: Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Católica Dom Bosco–UCDB.

VALLE, Carlos Guilherme do. **Povos Indigenas no Brasil:** Tremembé. Ceará, 2018.

WOODWARD, Kathryn. Identidade e diferença: uma introdução teórica e conceitual. In: SILVA,Tomaz Tadeu da (org.), HALL, Stuart; WOODWARD, Kathryn. **Identidade e diferença:** a perspectiva dos Estudos Culturais. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000, p. 7-72.

CAPÍTULO 8

ESTUDO NUMÉRICO DO EFEITO MAGNUS EM UMA GEOMETRIA ELÍPTICA

Data de aceite: 01/06/2021

Matheus Henrique Cavalheiro Garros
Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Engenharia de Energia
Dourados – Mato Grosso do Sul
http://lattes.cnpq.br/9452222790993351

Mayara Francisca de Souza
Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Engenharia de Energia
Dourados – Mato Grosso do Sul
http://lattes.cnpq.br/4576408657367822

Fernando Augusto Alves Mendes
Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Engenharia de Energia
Dourados – Mato Grosso do Sul
http://lattes.cnpq.br/2906435134319800

RESUMO: O Efeito Magnus é definido como o surgimento de uma força de sustentação em corpos simétricos devido ao movimento de rotação, quando submetidos a um escoamento. Utilizando o software OpenFOAM®, foi possível simular essa situação, para uma condição de sustentação negativa, em cilindros elípticos, variando a razão de aspecto de 1 até 0,25, para um número de Reynolds fixo em 200. Com esses dados se obteve resultados que indicam um comportamento de período, com máximos e mínimos tanto na sustentação, quanto no arrasto. O comportamento do módulo da razão Cs/Ca (Coeficiente de sustentação sobre coeficiente de arrasto) se mostra parabólico, atingindo seu valor máximo para a menor razão de aspecto, devido a queda do coeficiente de arrasto, mesmo com o aumento de seus valores máximos, causado pelas maiores áreas normais ao escoamento em determinados períodos com as menores razões de aspecto, mas que são compensadas pela diminuição da área normal nos outros momentos do período rotativo.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentação, Efeito Magnus, Cilindro, Elipse, OpenFOAM.

NUMERICAL STUDY OF THE MAGNUS EFFECT IN AN ELLIPTICAL GEOMETRY

ABSTRACT: The Magnus Effect is defined as the emergence of a lift force on symmetrical bodies due to rotational motion when subjected to a flow. Using the software OpenFOAM®, it was possible to simulate this situation, for a negative lift condition, in elliptical cylinders, varying the aspect ratio from 1 to 0.25, for a Reynolds number fixed at 200. With these data, results were obtained that indicate a periodic behavior, with maxima and minima in both lift and drag. The absolute value of the ratio Cs/Ca (Lift coefficient divided by drag coefficient) shows a parabolic behavior, reaching its maximum value for the lowest aspect ratio, due to the decrease of the drag coefficient, even with the increase of its maximum values, caused by the bigger normal areas to the flow in certain periods with the lower aspect ratios, but that is compensated by the decrease of the normal area in the other moments of the rotating period.

KEYWORDS: Lift, Magnus Effect, Cylinder, Ellipse, OpenFOAM.

1 I INTRODUÇÃO

Em corpos aerodinâmicos convencionais, de maneira geral, existe a ação de quatro forças (Fig.1), a força de arrasto, a força de sustentação, o empuxo e a força peso. Cada uma dessas forças ocorre devido a perturbações que podem ser notadas facilmente analisando-se as linhas de corrente formadas pelo escoamento.

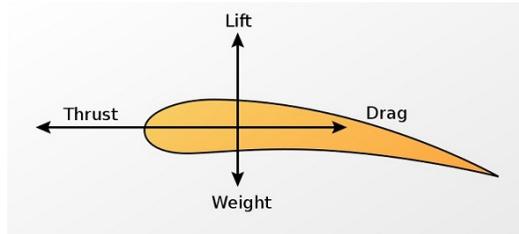



Figura 1: Forças aerodinâmicas

Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil. Da esquerda para direita em sentido horário: empuxo, sustentação, arrasto e peso.

Ao se atribuir uma velocidade de rotação em um corpo simétrico, serão criadas regiões de alta e outra de baixa pressão. Esse efeito é conhecido como Efeito Magnus, recebeu esse nome em homenagem ao cientista alemão Heinrich Magnus (1802 – 1880), que foi o primeiro a estudar a sustentação em corpos rotativos.

Na Fig. 2 é mostrada de forma clara como isso ocorre, onde o cilindro com rotação anti-horário comprime as linhas de corrente da região inferior de maneira muito mais agressiva do que ocorre na parte superior, gerando uma sustentação negativa.

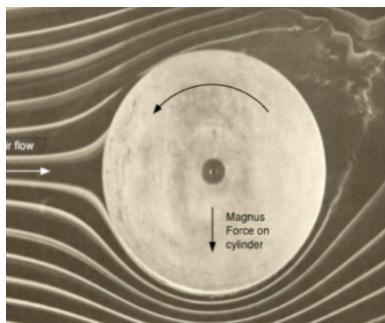



Figura 2: Efeito Magnus em corpo circular

Fonte: Cross, R apud Brown, F. (1981)

Observado em esportes e recentemente utilizado em montagens experimentais para turbinas eólicas, como estudado por Jinbo *et al*. (2016), onde se constatou melhorias no aproveitamento dos sistemas eólicos, ou na utilização aeronáutica e em embarcações, como exposto por Seifert (2012).

De modo geral, a análise desse tipo de escoamentos, principalmente no que diz respeito a mensurar as forças aerodinâmicas, requer um aparato experimental de certa complexidade. Como um túnel de vento com uma balança devidamente calibrada, além da aplicação de técnicas de visualização, como a utilização de fumaça. Assim, softwares capazes de realizar esses testes para obtenção de resultados preliminares, são de grande valor.

Softwares capazes de simular o escoamento de fluidos são classificados como *sofwares* CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Diversas empresas possuem suas próprias plataformas CFD, mas algumas se destacam por serem OpenSource, uma dessas é o OpenFOAM® (*Open Source Field Operation and Manipulation*), uma plataforma amplamente utilizada e totalmente gratuita. Interfaces gráficas podem ser utilizadas juntamente com esse software, com o intuito de facilitar o processo de *meshing*, a configuração da simulação, e a análise dos resultados, já que a utilização do *software* é baseada no sistema de pastas e arquivos (Fig. 3), onde as configurações da simulação são escritas nos arquivos, que o programa lerá a partir de comandos em um terminal.

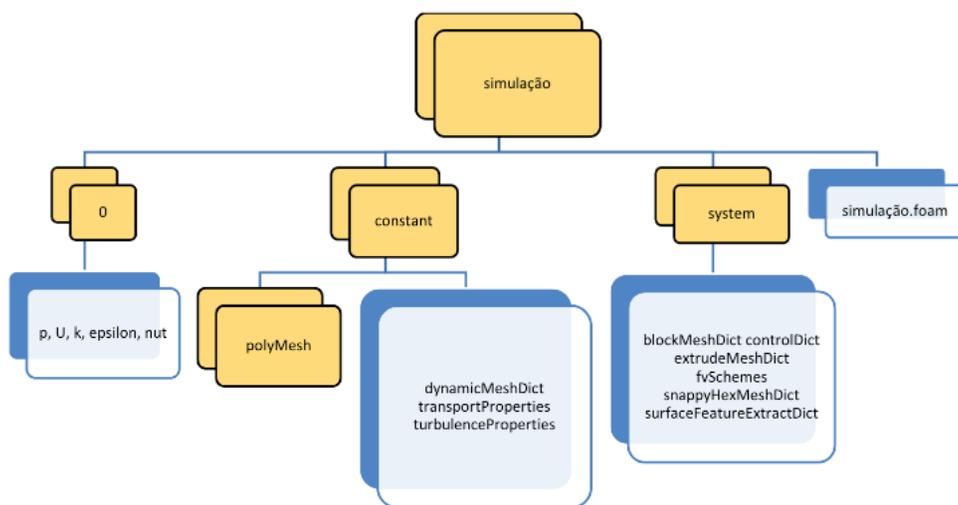



Figura 3: Arquivos do OpenFOAM

Fonte: Autor (2020)

2 I OBJETIVOS

O principal objetivo da presente pesquisa foi quantificar as forças aerodinâmicas de corpos elípticos em rotação, utilizando um *software* livre para realização de simulações computacionais (OpenFOAM®) de modo a verificar sua utilização de maneira confiável como uma alternativa em meio aos conhecidos softwares pagos, bem como mensurar a viabilidade de corpos rotativos para aplicações que necessitem de sustentação, variando a razão de aspecto dos corpos, para um número de Reynolds fixo.

3 I METODOLOGIA

Para as simulações foi utilizado um computador com as seguintes especificações:

- Intel® Core i3 4005U 1,70 GHz, 2 núcleos físicos e 2 digitais, com 4 GB de memória RAM

O número de Reynolds escolhido para a simulação foi 200, para essa quantidade, Mittal e Kumar (2003), mostraram que o escoamento se mantém laminar. A partir do número de Reynolds é possível definir a velocidade inicial do escoamento e a velocidade de rotação, tendo definido o comprimento específico D, no caso, o diâmetro do cilindro circular. As equações a seguir foram as usadas para determinação da velocidade do escoamento e da velocidade de rotação:

$$v = \frac{Re.\mu}{\rho D} \quad (1)$$

$$\omega = \frac{2v\alpha}{D} \quad (2)$$

Nesse estudo, variou-se a razão de aspecto, b/a, entre os valores de 1 a 0,25, onde **a** representa o diâmetro D do cilindro circular, e b o diâmetro reduzido para as elipses. A Tab. 1 representa as condições iniciais e características da simulação.

Comprimento característico (m)	0,05
Reynolds	200
Viscosidade cinemática do ar, nível do mar e a 20°C	1,51E-05
Massa específica do ar, nível do mar e a 20°C (kg/m3)	1,225
Razão de velocidades α	0,5
Velocidade do ar ambiente na entrada do domínio-fluido (m/s)	0,0604
Velocidade de rotação do cilindro (rad/s) ω	1,208

Tabela 1: Dados físicos da simulação

O OpenFOAM foi utilizado no Linux Ubuntu 20.04 LTS, rodando no Subsistema Windows para Linux do Windows® 10. O software SimFlow® foi utilizado para a configuração da simulação, e para a criação do domínio simulado. O domínio-fluido foi configurado como mostrado na Fig. 4, determinando-se uma velocidade normal a superfície de entrada, e uma zona rotativa em torno do corpo equivalente a 6/5 do seu diâmetro. A malha utilizada foi baseada no trabalho de Lua, *et al.*, 2017. A condição “empty” para a vista frontal e traseira da malha é necessária visto que o OpenFOAM® não trabalha nativamente com simulações 2D, sendo necessário a utilização de um domínio unidimensional na direção normal a sua superfície e a condição “empty” para a região frontal e traseira.

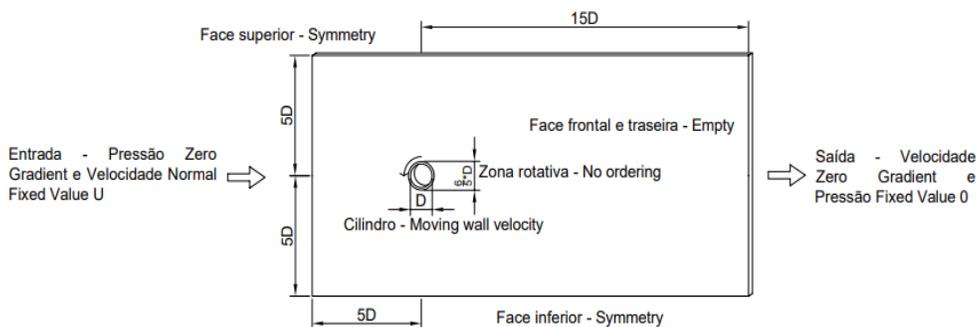



Figura 4: Domínio-fluido

Fonte: Autor (2020)

Para o processo de *meshing*¸ é necessário primeiro a criação do domínio-fluido como um todo, ou seja, uma “caixa” com dimensões 20D x 10D x 0,4D, as dimensões da direção z podem ser arbitrárias, visto que a simulação será 2D. Devido as simulações com os cilindros elípticos, se torna necessário a utilização de uma malha dinâmica, portanto, é preciso criar uma *cellzone* e baffles (para permitir que seja possível definir as condições de contorno nas faces da região) para a zona rotativa, afim de se ter uma *Arbitrary Mesh Interface* (AMI) que permite definir que a malha representada pela zona rotativa conseguirá se movimentar livremente e ao mesmo tempo se comunicar com o restante do domínio.

Após essa etapa é possível executar os comandos necessários, que foram configurados nos arquivos *blockMeshDict* e *snappyHexMeshDict.* Sendo necessário refinar a malha nas zonas mais importantes do escoamento, como em torno dos cilindros, e na região de esteira. Após esse processo, a AMI (The OpenFOAM Fundation) é criada, permitindo configurar a região rotativa através do arquivo *dynamicMeshDict* (Fig. 5).

```
FoamFile
{
	version  2.0;
	class    dictionary;
	format   ascii;
	location "constant";
	object   dynamicMeshDict;
}
dynamicFvMesh dynamicMotionSolverFvMesh;
motionSolverLibs          ();
solver   solidBody;
solidBodyCoeffs
{
	cellZone            rotating_zone;
	solidBodyMotionFunction          rotatingMotion;
	rotatingMotionCoeffs
	{
		axis       (0.0 0.0 1.0);
		omega   1.208;
		origin    (0.0 0.0 0.0);
	}
}
```

Figura 5: *DynamicMeshDict*

Fonte: Autor

Após esse processo, é necessário configurar o *extrudeMeshDict*, pois o *snappyHexMesh* sempre refina as malhas em 3 dimensões, criando assim mais do que 1 célula na direção z, tornando impossível realizar a simulação em apenas duas dimensões. Assim, é necessário mudar os parâmetros no arquivo como mostra a imagem abaixo, onde é possível notar que o processo foi definido para ocorrer na direção z, com apenas uma *layer*, e largura 0,02 m.

```
FoamFile
{
	version2.0;
	format ascii;
	class    dictionary;
	location         "system";
	object  extrudeMeshDict;
}
constructFrompatch;
sourceCase     ".";
sourcePatches          (front);
exposedPatchName  back;
flipNormals    true;
extrudeModel          linearDirection;
nLayers         1;
expansionRatio         1;
linearDirectionCoeffs
{
	direction        (0.0 0.0 1.0);
	thickness        0.02;
}
mergeFaces    false;
mergeTol       0;
```

Figura 6: Configuração do *ExtrudeMeshDict*

Fonte: Autor (2020)

Com isso, foi possível chegar na malha desejada, como ilustrado abaixo. As figuras (a) e (c), referem-se a malha inicial, mostrando a vista frontal e a saída do domínio, e as figuras (b) e (d) mostram o resultado obtido com o passo citado anteriormente. Na figura (e) é possível notar zona rotativa envolvendo o cilindro elíptico, e nas figuras (f), (g) e (h) é ilustrado o movimento de rotação da malha dinâmica. A tabela 2 mostra o tamanho da malha que foi obtida.

(a) Face frontal, malha inicial

(b) Face frontal, malha final

(c) Saída, malha inicial

(d) Saída, malha final

(e) Zona rotativa envolvendo o cilindro elíptico, com e sem as faces frontais e traseiras

(f) t = 0,2 s (g) t = 0,4 s (h) t = 0,6 s

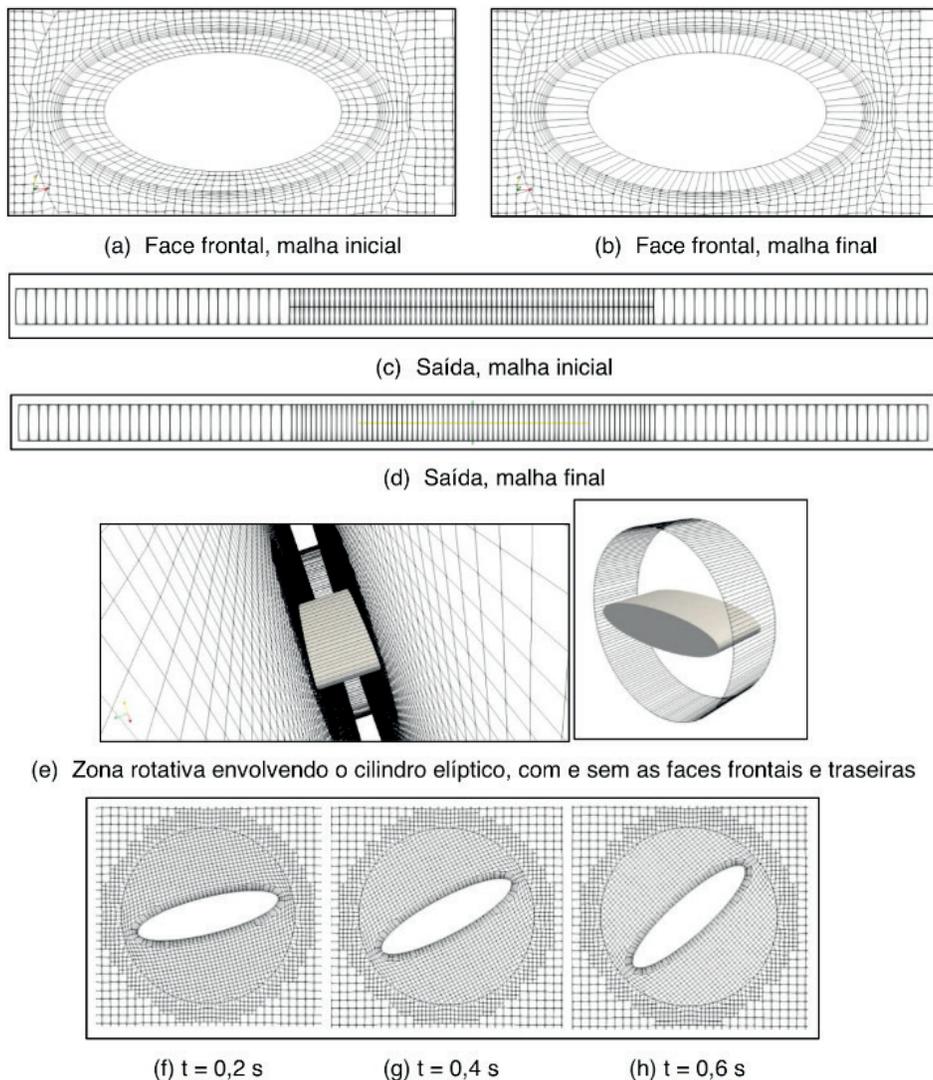



Figura 7: Resultado obtido com o *extrudeMesh*

Fonte: Autor (2020)

Células totais	33412
hexaédricas	32972
prismas	40
poliédricas	400

Tabela 2: Características da malha

Para a simulação, o *solver* escolhido foi o *PIMPLE* (pimpleFoam). As equações de momento foram resolvidas utilizando o método *upwind* de segunda ordem (linearUpwindV grad(U)). Para a discretização temporal um método implícito de segunda ordem foi escolhido (*backward*). O utilizou-se um *TimeStep* variável afim de manter o número de Courant sempre abaixo de 0,5. A definição de todos esses fatores foi baseada tanto no trabalho de Lua, *et al*., 2017, como em referências externas [2]. As forças de sustentação e arrasto, são dadas pelas equações 3 e 4.

$$F_s = \frac{C_s \rho V^2 A}{2} \tag{3}$$

$$F_a = \frac{C_a \rho V^2 A}{2} \tag{4}$$

4 | RESULTADOS

Os dados obtidos foram muito próximos dos obtidos por Lua, *et al*., 2017, usando o *software Fluent*®, validando, portanto, a utilização do OpenFOAM frente a outros programas comerciais consolidados. O principal resultado obtido para análise foram os coeficientes de arrasto e sustentação, cálculados em pós processamento pelo software através do ficheiro *controlDict*, onde foram inseridos o eixo de rotação, a área de referência (calculado com o comprimento de referência) e a velocidade do ar na entrada do domínio. Desse modo, se pode obter os dados abaixo:

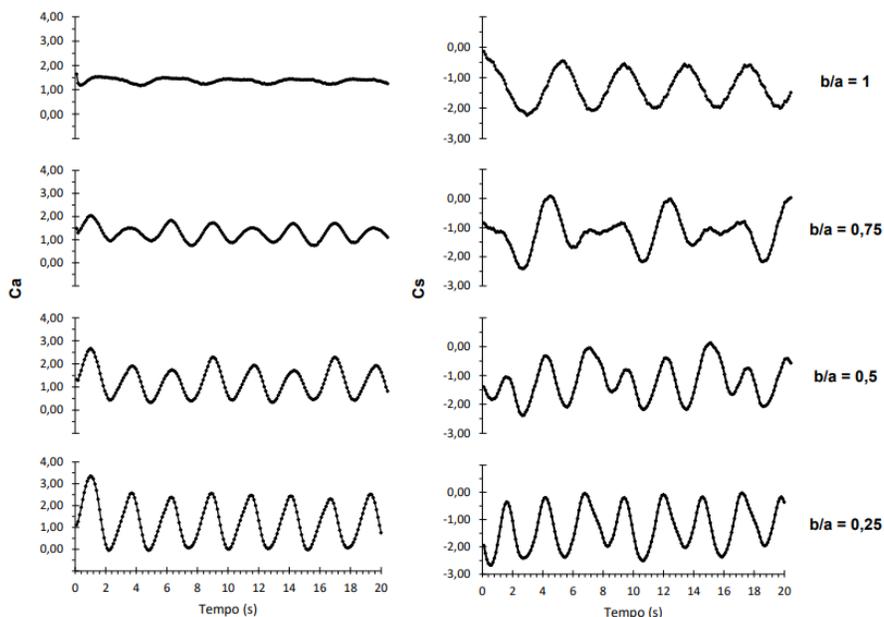



Figura 8: Gráficos dos coeficientes de arrasto e sustentação instantâneos

Fonte: Autor (2020)

Os coeficientes tem um perfil periódico, tendo picos de valores máximos e mínimos. Nota-se que durante, aproximadamente, os primeiros 2 segundos de simulação os dados ainda não estão estabilizados, sendo levemente maiores, ou menores, do que os períodos que vieram em sequência. Desse modo, para determinação dos coeficientes médios, apenas os valores calculados após os primeiros 5 segundos foram levados em consideração, considerando que o escoamento já estivesse em regime permanente.

Na figura abaixo, foram plotados os coeficientes de arrasto e sustentação médios e máximos para o período considerado como regime permanente. Desse modo nota-se o comportamento do coeficiente de arrasto, que, em média, aumenta com o aumento da razão de aspecto, mas em contrapartida, tem seu valor máximo com o menor valor da razão. Isso se deve ao fato de para os cilindros mais achatados, a área do escoamento varia rapidamente de acordo com a rotação do corpo, fazendo que o arrasto máximo, que ocorre para a máxima área, dure pouco tempo.

Para o coeficiente de sustentação, considerando que existe um arrasto **negativo** para a situação simulada, os coeficientes médios aumentam (pioram) até a razão de 0,5, voltando a cair (melhorar) para a razão de 0,25. Isso não se observa para os valores mínimos, que diminuem com a diminuição da razão, novamente, assim como no arrasto, o ponto de máxima sustentação negativa é igual ao ponto de menor área, portanto, quanto mais achatado a elipse, maior será a sustentação negativa.

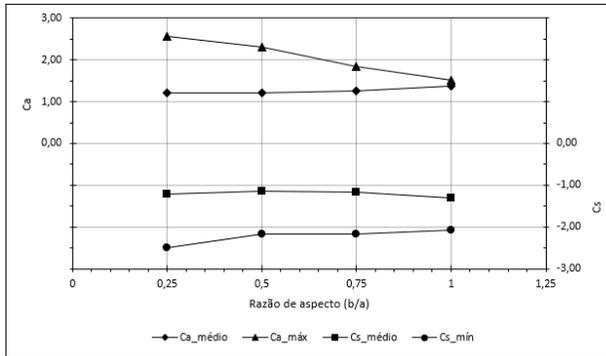



Figura 9: Gráficos dos coeficientes de arrasto e sustentação médios

Fonte: Autor (2020)

As imagens a seguir foram escolhidas no momento de maior área, e de menor área, para o gradiente de pressões. Se observa que, para a maior área, a área normal ao escoamento do ar, existe uma alta pressão devido ao choque da corrente de ar com o objeto, fazendo com que o arrasto seja bastante acentuado. Isso não ocorre durante os momentos de menor área, proporcionando um arrasto significativamente menor. Por esse motivo, o coeficiente de arrasto aumenta, e o coeficiente de sustentação diminui com a alteração da razão de aspecto.

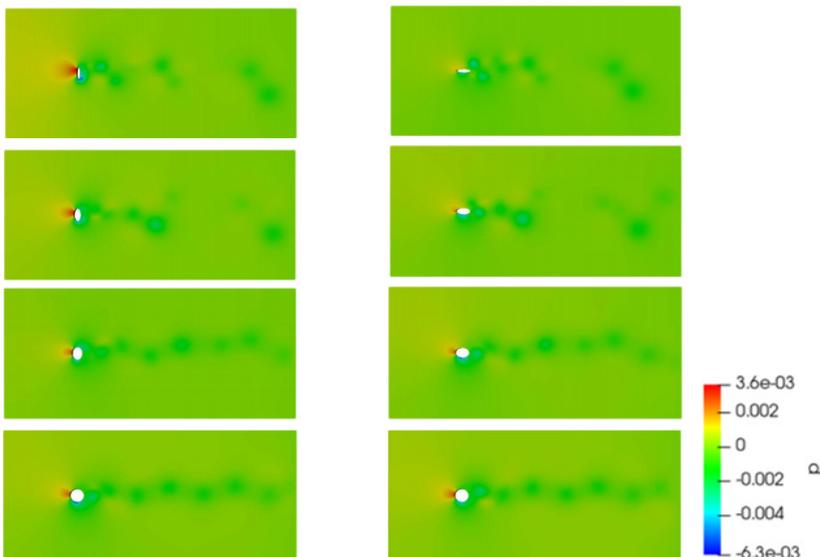



Figura 10: Gradiente de pressões durante os momentos de menor e maior área normal ao escoamento para as 4 razões de aspecto (t = 19,5 e 18,2 – respectivamente)

Fonte: Autor (2020)

Para o coeficiente de sustentação, é mais fácil a percepção da influência da rotação pelo gradiente de velocidade, como mostra a figura abaixo. Percebe-se facilmente que a região inferior dos cilindros, onde a direção e o sentido da velocidade tangencial se igualam a velocidade de escoamento do ar, ocorre o aumento da velocidade do escoamento, e, portanto, a queda da pressão, proporcionando a existência de uma força de arrasto negativa. De modo análogo, para a região superior, nota-se que embora a direção das velocidades seja a mesma, o seu sentido é contrário, tendo assim, uma região de baixas velocidades e alta pressão.

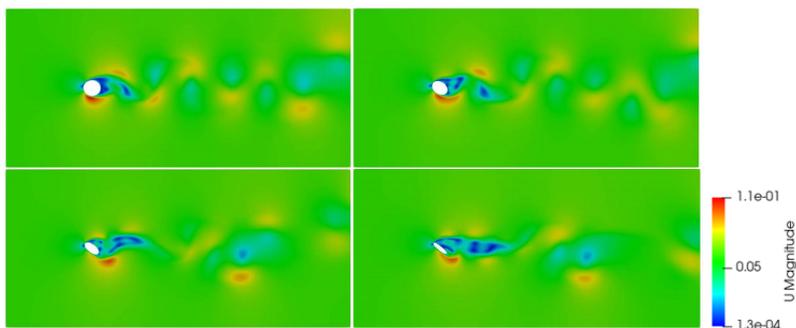



Figura 11: Gradiente de velocidades para as 4 razões de aspecto (t = 15 segundos)

Fonte: Autor (2020)

De modo a mensurar, os valores de sustentação em relação ao arrasto, o gráfico do módulo razão dos coeficientes em função da razão foi plotado. Desse modo, nota-se o comportamento quadrático dos dados obtidos, sendo possível prever pela linha de tendências, que com a diminuição da razão a sustentação venha a crescer de forma mais acelerada do que o arrasto.

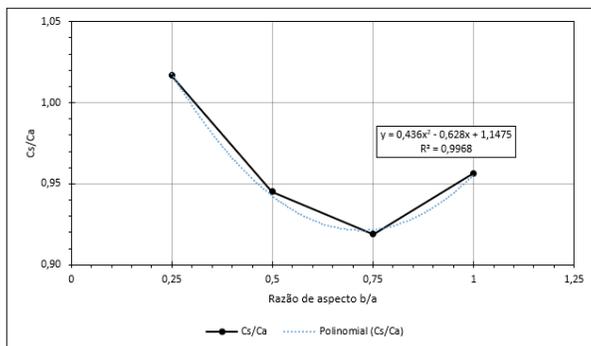



Figura 12: Razão de coeficientes em função da razão de aspecto

Fonte: Autor (2020)

5 I CONCLUSÃO

De modo geral, foi possível validar a utilização do OpenFOAM ao comparar os resultados obtidos nesse trabalho com resultados obtidos no trabalho de referência utilizando plataformas comerciais. Assim, conclui-se que a razão de aspecto do cilindro afeta os pontos máximos e mínimos dos coeficientes, além de mudar o perfil da periodicidade dos mesmos, mas, em pouco afeta os coeficientes médios.

Conclui-se que é preciso mensurar a influência de outros fatores, como o aumento do número de Reynolds e o aumento da razão de velocidade, afim de verificar, individualmente e de forma combinada, a influência dessas variáveis sobre o escoamento.

Como a utilização do Efeito Magnus tem como ponto de partida a utilização da força de sustentação para as mais diversas atividades, torna-se inviável apenas a redução da razão de aspecto para a faixa de Reynolds estudada, como pode ser notado pelos gráficos expostos no decorrer do trabalho, para que a sustentação crescesse mais que o arrasto, seria necessário a utilização de perfis com uma relação b/a extremamente baixa, o que pode ser impraticável para determinadas atividades.

REFERÊNCIAS

BROWN, F.N.M. "See the wind Blow". University of Notre Dame. 1971 France.

CROSS, R. "Wind Tunnel Photographs". In: **Physics Departament, University of Sydney**, Sydney p. 1-8. Disponível em: http://www.physics.usyd.edu.au/~cross/TRAJECTORIES/Fluidflow%20Photos.pdf/. Acesso em: mai. 2020.

JINBO *et al.* "Turbina eólica de efeito Magnus: modelagem, protótipos e MPPT". In: **Matemática aplicada à indústria: problemas e métodos de solução**, São Paulo, p. 209-228. Blucher, 2016. Disponível em: https://openaccess.blucher.com.br/download-pdf/307/20002/. Acesso em: mai. 2020.

LUA, K.B.; LU, H.: LIM, T.T. "Rotating Elliptic Cylinders: in a Uniform Cross Flow". In: **Journal of Fluids and Structures,** National Chiao Tung University, Taiwan, p. 37-50. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2017.12.023/. Acesso em: mai. 2020.

MITTAL, S., KUMMAR, B., "Flow past a rotating cylinder". In: **Journal of Fluid Mechanics**, Cambridge, p. 476;303-334. Cambrigde University, England. Acesso em: mai. 2020.

OPENFOAM: THE OPEN SOURCE CFD TOOLBOX. **6.2 Numerical Schemes.** Disponível em: https://www.openfoam.com/documentation/user-guide/fvSchemes.php/. Acesso em: mai. 2020.

SEIFERT, J. "A review of the Magnus Effect in Aeronautics". em *progress* in: **Aerospace Sciences. Manching**, Germany, 2012. Acesso em: mai. 2020.

THE OPENFOAM FOUNDATION. **OpenFOAM 2.3.0: Arbitrary Mesh Interface.** Disponível em: https://openfoam.org/release/2-3-0/non-conforming-ami/. Acesso em: mai. 2020.

CAPÍTULO 9

CAMADA LIMITE NOTURNA NA INTERFACE RIO-FLORESTA NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 08/03/2021

Raphael Tapajós
Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências, Ciências Atmosféricas
Santarém, Pará
http://lattes.cnpq.br/3925768576575087

Rodrigo da Silva
Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências, Ciências Atmosféricas
Santarém, Pará
http://lattes.cnpq.br/9990287494145760

Wilderclay Machado
Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências, Ciências Atmosféricas
Santarém, Pará
http://lattes.cnpq.br/7928041665593236

Diego Ribeiro de Aguiar
Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade de Florestas, Grupo de Pesquisa de Manejo de Ecossistemas Amazônicos
Santarém, Pará
http://lattes.cnpq.br/9241060544837430

Bruno Bota
Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências, Ciências Atmosféricas
Santarém, Pará
http://lattes.cnpq.br/2781910651006998

RESUMO: Este capítulo de livro apresenta os resultados das medidas feitas na Camada Limite Atmosférica Amazônica, ressaltando a importância do comportamento da Camada Limite noturna na interface Rio-Floresta. A caracterização, através de sondagens realizadas com balão cativo na borda leste do rio Tapajós, mostrou que não há grandes variações de noite para noite. Porém, quando temos dias chuvosos, os valores da temperatura potencial diminuem de 0,5 a 1,5°C e aumentam na umidade específica de 0,5 a 1,5g/kg. A altura da CLN, estimada a partir dos perfis de temperatura potencial e temperatura potencial virtual, apresentam valores bem próximos, variando de 50 metros no início da noite até próximo a 200 metros no início da manhã. As condições de estabilidade estática e dinâmica apresentaram-se de forma similar, com uma camada estável em torno de 150 metros durante a noite. A partir dos dados da estação meteorológica de superfície foi possível verificar as condições meteorológicas para os últimos anos para Jamaraquá, local onde ocorreu a campanha, com influência da presença do rio, principalmente, sobre os valores totais de chuva comparado com os totais para a regiões vizinhas.
PALAVRAS-CHAVE: Rio Tapajós, Jamaraquá, Flona Tapajós.

NOCTURNAL BOUNDARY LAYER IN RIVER-FOREST INTERFACE IN THE AMAZONIA

ABSTRACT: This book chapter presents the results of the measurements made in the Amazonian Atmospheric Boundary Layer, highlighting the importance of the nocturnal

Boundary Layer behavior in the river-forest interface. The characterization, through campaign carried out with tethered balloon soundings on the eastern edge of the Tapajós river, showed that there are no big changes from night to night. However, when we have rainy days, the potential temperature values decrease from 0.5 to 1.5 ° C and increase in specific humidity from 0.5 to 1.5g/kg. The height of the CLN, estimated from the potential temperature and, potential virtual temperature profiles, present very close values, ranging from 50 meters in the early evening to close to 200 meters in the early morning. The conditions of static and dynamic stability were similar, with a stable layer around 150 meters during the night. From the surface weather station data it was possible to check the meteorological conditions for the last few years for Jamaraquá, where the campaign took place, influenced by the presence of the river, mainly on the total rainfall values compared to the totals for the regions neighbors.
KEYWORDS: Tapajós River, Jamaraquá, Flona Tapajós.

1 I INTRODUÇÃO

Estudos sobre a Camada Limite Atmosférica (CLA) na Amazônia têm sido realizados desde a década de 80. Diversos resultados para os diferentes locais mostram o entendimento em partes da CLA, principalmente nas condições de turbulência, e apresentam grande complexidade em se estudar essa área que é tão importante para explicar a dinâmica dos fenômenos que ocorrem na parte mais baixa da atmosfera.

Mais especificamente quando se estuda a Camada Limite Noturna (CLN) ainda existem muitas dificuldades, sendo que as condições de estabilidade atmosférica dificultam as medidas realizadas por torres micrometeorológicas. Com isso, medidas com radiossondagens, balão cativo e sodar, tornaram-se complementares para se obter informações de perfis verticais de grandezas meteorológicas na CLN, fornecendo informações com qualidade para o entendimento dos diversos processos físicos e de evolução da estrutura vertical da CLN (SÁ e ANDRADE, 2006).

Na Amazônia, medidas observacionais na CLN não são tão frequentes, porém alguns resultados sobre áreas de pastagem e floresta apresentados por Fisch et al. (2004) e Acevedo et al. (2008), realizados no oeste e leste da Amazônia, respectivamente, mostram grandes diferenças na abordagem de questões como altura da CLN, características termodinâmicas e circulação local.

Além disso, a presença de grandes corpos d’água influenciam nas características da CLA, como é o caso dos rios amazônicos (OLIVEIRA e FTIZJARRALD, 1993; TAPAJÓS, 2017). Na região de confluência dos rios Tapajós e Amazonas, Lu et al. (2004) e Silva Dias et al. (2005), através de observações diretas e modelagem, ressaltam a importância dos rios e da topografia da região na influência de eventos de média e pequena escala, mostrando condições típicas de brisa do rio Tapajós no sentido contrário aos ventos alísios. Estes trabalhos mostraram que regiões próximas a grandes rios têm contribuição significativa no que diz respeito à climatologia local, processos convectivos noturnos sobre os rios, carregamento de gases-traço e no regime de chuva (FITZJARRALD et al., 2008).

Desta maneira, esse capítulo de livro mostra as características sobre a CLN próximo a um dos maiores rios da Amazônia, o rio Tapajós. Os resultados trazem análises sobre o comportamento termodinâmico da CLN durante o período de transição entre as estações chuvosa e seca amazônico.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área do estudo

A campanha de medidas foi realizada em dez noites entre os dias 15 a 25 (exceto dia 22) de junho de 2011, no oeste do Pará, dentro dos limites do município de Belterra, na margem direita do rio Tapajós, mais especificamente dentro da área da Floresta Nacional do Tapajós (FNT), na comunidade de Jamaraquá (-2,80639ºS; -55,03639ºW), como mostra a **Figura 1.**

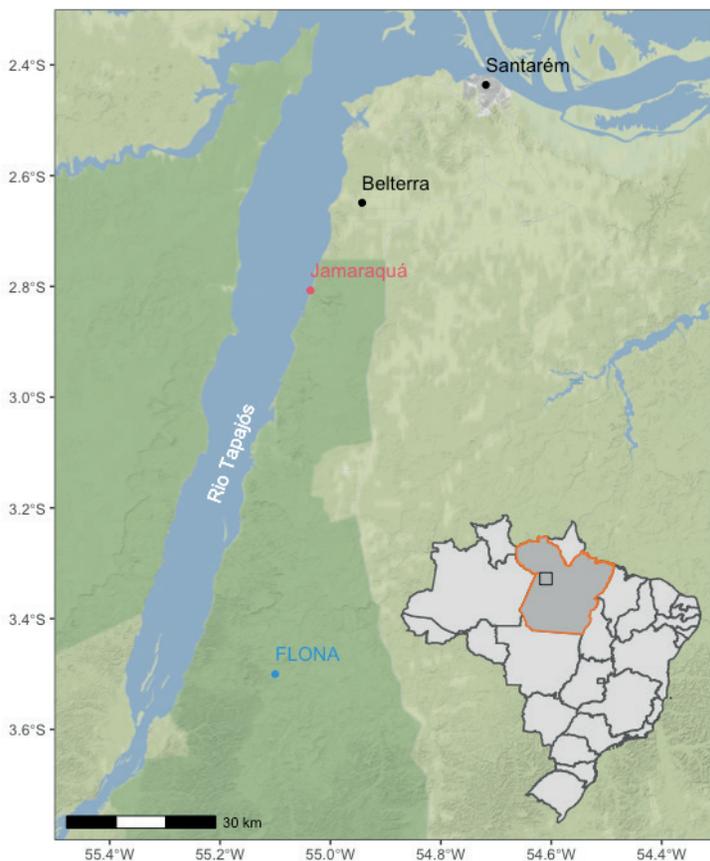



Figura 1. Local de medida em Jamaraquá. Destaque para as cidades de Santarém, Belterra e a Floresta Nacional do Tapajós (Flona).

2.2 Determinação da altura da camada limite noturna

Segundo Stull (1988) a altura da CLN é difícil de quantificar, isso porque em vários casos a mistura na CLN suaviza na Camada Residual para cima sem grande demarcação do topo. Entretanto, a forma mais usada ainda hoje, e em estudos na Amazônia (SANTOS 2005, ACEVEDO et al., 2008) é através dos perfis de Temperatura Potencial (θ) onde taxa decrescente é adiabática, no qual ocorre uma inversão térmica $\partial\theta/\partial z=0$. Objetivamente, é determinada como sendo a região ou o primeiro ponto de inflexão no gradiente de temperatura potencial (critério 1) (SILVA, 2006). Devido a grande influência da umidade na termodinâmica da CLN na área do estudo, optou-se em verificar e analisar, também, o ponto de inversão do perfil de Temperatura Potencial Virtual (θ_v), ou seja, onde $\partial\theta_v/\partial z\leq 0$, visto que esta variável engloba de maneira geral as características da temperatura potencial e umidade (critério 2) (SÁ e ANDRADE, 2006).

2.3 Estabilidade na camada limite noturna

A caracterização da estabilidade na camada limite depende de fatores que estão diretamente ligados à transferência de momento e energia. Sabendo que existe uma caracterização bem definida a respeito dos fluxos de calor sensível e da turbulência na CLA dentro do seu ciclo diário é possível definir os regimes de estabilidade estática em: Instável ($\partial\theta_v/\partial z<0$), Neutra ($\partial\theta_v/\partial z=0$) ou Estável ($\partial\theta_v/\partial z>0$) (ARYA,1999).

Já para caracterização da estabilidade dinâmica usou-se como parâmetro o Número de Richardson Totalizador, ou *Bulk*, (R_b), determinado pela equação a seguir (STULL, 1988):

$$R_b = \frac{g\Delta\overline{\theta}_v\Delta z}{\overline{\theta}_v\left[(\Delta\overline{u})^2 + (\Delta\overline{v})^2\right]}$$

Escrita de maneira simples, o número de Richardson, através da relação entre os termos de produção de energia cinética turbulenta por flutuabilidade (variação de temperatura/umidade) e por via mecânica (vento). Considera-se aqui, valores de $Ri > 0,25$ como sendo camada estável e $Ri < 0,25$ sendo uma camada instável.

2.4 Sistema de sondagem e aquisição de dados

Para a obtenção dos dados de perfil da CLN foram realizadas sondagens usando sensores em balão cativo de $4m^3$ modelo Blimp 13'(Blimp Works, USA). As medidas foram realizadas através da Sonda AIR (temperatura, umidade, velocidade e direção do vento). Esses dados eram transmitidos a cada 10 segundos via rádio através do sistema ADAS (Atmospheric Data Acquisition System, AIR Inc., Boulder, CO, USA), visualizados e salvos em forma de tabelas para análises. Foi adotada a velocidade de subida de 0,5 m/s (obter maior resolução do perfil atmosférico) e de descida de 2m/s (dados desprezados).

Abaixo a **Tabela 1** mostra as 96 sondagens feitas entre as noites dos dias 15 e 25 de junho de 2011, indicando os horários aproximados das sondagens, sondagens não realizadas, outras que não atingiram alturas de 200 metros e momentos de chuva, de acordo com a legenda.

Noite / Hora	16h	17h	18h	19h	21h	23h	01h	03h	05h	06h	07h	7.5h
15/06	N	N	S*	C	S	S	S	S	S	S	S	N
16/06	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S*	S*
17/06	N	S	S	S	S	S	S	S*	S*	S	S	N
18/06	N	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C
19/06	S	S	S	S	S	S	S	S*	S*	S*	S*	N
20/06	S	S	C	C	C	S	S	S	S	S	S	S
21/06	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N
22/06	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
23/06	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N
24/06	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
25/06	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S

Tabela 1. Dias e horários das sondagens. Legenda: N: Não houve sondagem; S: sondagem com sucesso; S*: sondagem baixa (~200m); C: Chuva.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização meteorológica da área

Para ter uma visão mais ampla sobre o que ocorre com as variáveis meteorológicas na área do estudo, fez-se a análise dos dados dos anos de 2000 a 2011 provenientes da torre meteorológica de Jamaraquá que fica 150 metros a oeste de onde foram realizadas as sondagens com o balão cativo. Os dados, de 2000 a 2006, foram obtidos pelo portal Beija-Flor no site do Programa de Grande Escala Biosfera-Atmosfera (LBA) (http://lba.cptec.inpe.br/beija-flor/) e para os demais anos, de 2007 a 2011, cedidos diretamente pelo projeto LBA/Santarém.

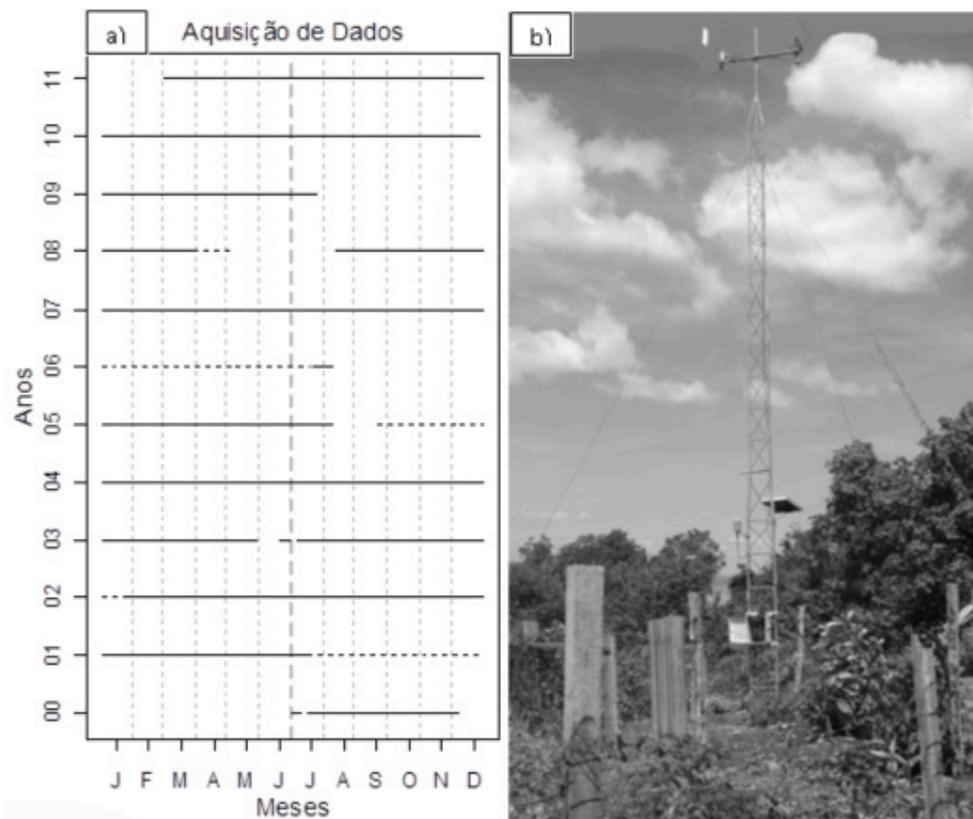



Figura 2. Aquisição de dados e Estação de Jamaraquá. (a) Sequência dos dados analisados, períodos em que existem dados continuamente (linha completa), dados durante algum período do dia (linha tracejada) e ausência de dados (sem linha). (b) Torre meteorológica de Jamaraquá com seus equipamentos.

É valido ressaltar que em alguns períodos não houve coleta de dados por eventuais problemas de energia e equipamentos na torre como mostra o gráfico na **Figura 2.a**. Já na **Figura 2.b** mostra a foto da torre meteorológica de Jamaraquá em 2011 e seus sensores que fazem as medidas de: Temperatura e Umidade (Vaisala - HMP45C), Radiação (Licor - LI200X), Precipitação (Texas - TE525), Velocidade e Direção do Vento (MetOne - 034A-L), Temperatura do Solo (CampbellSci - 107) e Umidade do Solo (CampbellSci - CS615).

Como existem falhas e períodos em que só se tem dados durante algumas horas do dia, de acordo com a **Figura 2a**, fez-se uma média horária com os valores de todos os anos, verificando a máxima e a mínima média para essa variável e depois a média diária, com máximos e mínimos médios respectivos. Esse método faz com que, por exemplo, dados de temperatura que existem apenas durante o dia em certos períodos, não superestime o valor médio diário. Já os valores de precipitação foram tratados diferentemente, pois existe diferenças significativas na distribuição horária de chuva para essa região (FITZJARRALD

et al. 2008; COHEN et al., 2014). Assim, para chuva foram separados os meses com dias e horários completos e depois feito uma média dos totais mensais para cada mês.

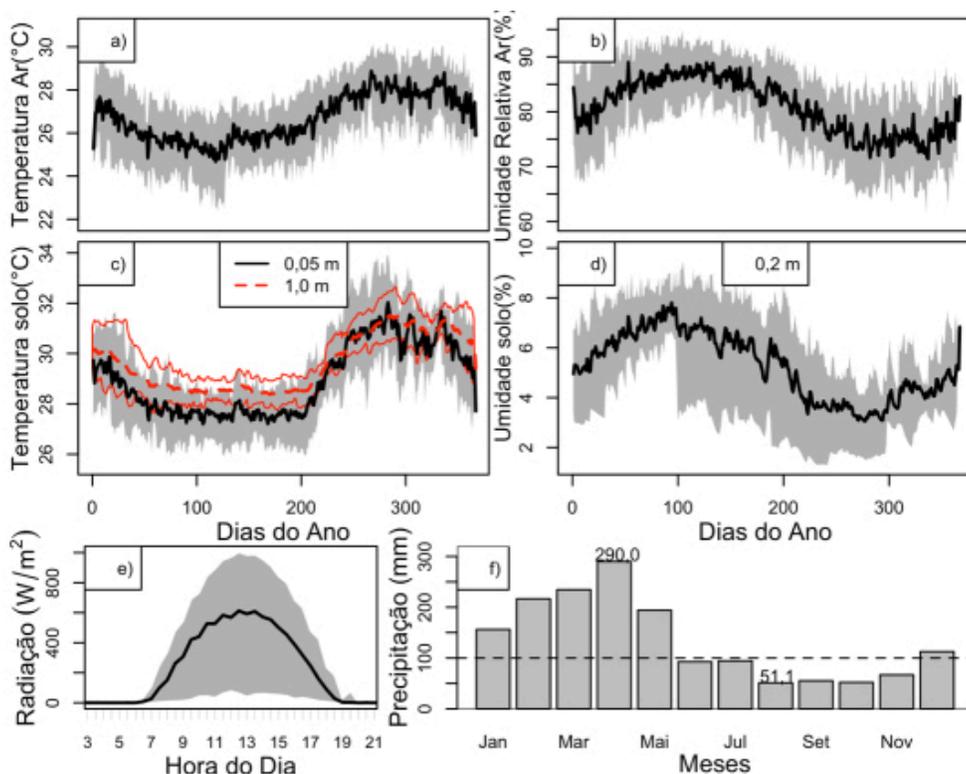



Figura 3. Condições Meteorológicas da Região. (a) Média diária da Temperatura do Ar. (b) Média diária da Umidade do Ar. (c) Média diária da Temperatura do solo em dois níveis como na legenda. (d) Média diária da umidade do solo. (e) Média diária da radiação. Áreas em cinza são os mínimos e máximos médios. (f) Precipitação média mensal por ano.

Os valores mostrados nos gráficos da **Figura 3** mostram claramente a variação diária e a sazonalidade das variáveis registradas pela torre meteorológica de Jamaraquá. A temperatura do ar (**Figura 3a**) chega a variar até 5°C em média durante o dia atingindo a menor temperatura média diária (25°C) em abril, mês mais chuvoso e maiores valores entre os meses de setembro e novembro (28°C). As variações médias diárias de umidade relativa (**Figura 3b**) do ar são de 30%, com dias ensolarados secos e noites mais úmidas, atinge valores médios diários máximos em abril (85%) e mínimos entre agosto e novembro (entre 70 e 75%). As temperaturas e umidade do solo (**Figura 3c** e **Figura 3d**) seguem a tendência das variáveis do ar, com variações diárias na temperatura de até 3° C, para o nível de 10 centímetros de profundidade e de 2°C, para o nível mais profundo, com maiores valores anuais de 31°C e de 27,8°C como mínimo. Vale ressaltar que as temperaturas

no nível mais profundo (**Figura 3c**, linha vermelha) sempre são mais elevadas que nível superficial, isso deve ao fato da eficiência no armazenamento de energia nos níveis mais profundos do solo arenoso.

Como o solo é arenoso, tem facilidade de escoar a água devido à baixa agregação das partículas. Assim, os valores sempre são baixos para a umidade do solo, como mostrado na **Figura 3d**, com maiores variações no período chuvoso.

Observou-se, durante a análise dos dados que os valores de radiação se apresentam abaixo da média mostrada na **Figura 3e**, durante os seis primeiros meses do ano, que correspondem ao período chuvoso na região, com máximas de até 550 W/m^2 no horário de 12:30. Isso deve-se ao fato do excesso de nuvens formadas durante o período e localizadas no lado leste do Rio Tapajós, como mostrado por Silva Dias et al. (2005). Já no período seco, a radiação chega a atingir em média 750 W/m^2, o que chega a ser quase 50% a mais de radiação no período seco.

A chuva na área do estudo tem aspectos peculiares em relação à região como um todo, considerando a variabilidade espacial e temporal, como descrito por Fitzjarrald et al. (2008) e Cohen et al. (2014). Como a estação meteorológica fica no lado leste do rio, a brisa do rio (ventos no sentido oeste-leste) causa um efeito de subsidência, anulando parte da chuva nessa área, fazendo com que os valores médios anuais fiquem abaixo da média para a região. Assim, na média, tivemos uma precipitação anual de 1616 milímetros, sendo que em média chove aproximadamente 70% (1184 mm) da chuva anual no primeiro semestre, período chuvoso na região. Além disso, como visto na **Figura 3f**, os meses que chovem mais e menos são abril (290 mm) e agosto (51 mm) respectivamente.

3.2 Condições meteorológicas durante a campanha

Para se ter um melhor entendimento sobre as condições do tempo durante a campanha com balão cativo, fez-se uma análise mais específica dos dados da torre, separando esses dados do período de 14 a 26 de junho de 2011. Os dados, na **Figura 4**, mostram a variação média horária dos valores de temperatura e umidade do ar e do solo, radiação e chuva durante a campanha. Nota-se que a variação dos valores de temperatura e umidade do ar, além da influência da chuva durante alguns dias de campanha. Observou-se 4 dias com chuvas consideráveis, dias 14 (17,8 mm), 15 (54 mm), 19 (8,1 mm) e 20 (3,6 mm). Também, nota-se que (**Figura 4c**) no dia 15 houve chuva durante a manha e a tarde, sendo que a tarde choveu 28,4 mm em uma hora. Esse tipo de chuva é típico de chuvas que ocorrem durante o período chuvoso, e como os dados são do fim do período chuvoso, pode-se caracterizar esse período como sendo de transição para o seco, visto que podemos identificar alguns dias nublados e outros não, além de ocorrência de intensa de chuvas.

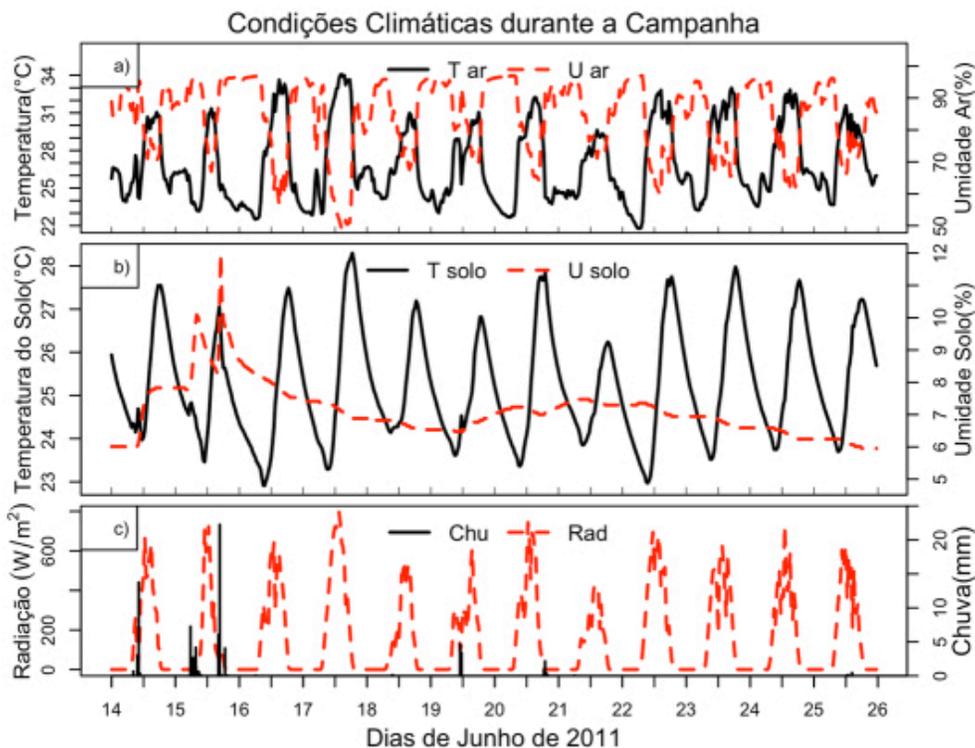



Figura 4. Condições meteorológicas durante a campanha. (a) Médias horárias de temperatura e umidade do ar, (b) médias horárias da temperatura e umidade do solo e (c) média horária da radiação e chuva total horária.

3.3 Caracterização da camada limite noturna

Para caracterização da CLN próximo ao Rio Tapajós, as noites foram analisadas separadamente e tentou-se verificar um padrão de comportamento. Assim, fez-se uma média geral para mostrar as características básicas da CLN. Porém, como o período de coleta de dados é durante a transição entre as estações chuvosa e seca, houve dias em que houve precipitação (dias 15, 16 e 19). Como se sabe, fatores como total de radiação diária, chuva e vento alteram as características da CLN. Dessa forma, é mostrado o comportamento individual da CLN para um dia de chuva intenso e outro para um dia em que não choveu como casos de estudo.

Para melhor visualização das características da CLN, os dados dos perfis foram compilados e interpolados, resultando assim na evolução das variáveis na altura e no transcorrer da noite. A **Figura 5** apresenta a média das condições de Temperatura Potencial (TP), Umidade Específica (QE), Temperatura Potencial Virtual (TPV) e Velocidade do Vento (VV) para todas as 10 noites de sondagens. Percebe-se que o resfriamento da CLN, próximo à superfície, inicia às 18 horas, e que a TP nos primeiros metros de altura pode atingir os

menores valores (abaixo de 23°C) em torno das 23:00. É possível ver também, através da TP que a camada residual se dissolve até às 02:00, tendo temperatura mais elevada em cerca de 2 °C a mais que nas porções inferiores próximas a superfície. A partir das 03:00 nota-se uma camada superficial, que chega até cerca de 50 metros, caracterizada pela influência direta do resfriamento da superfície, sendo que esta camada mais resfriada pode ser notada em todas as noites estudas.

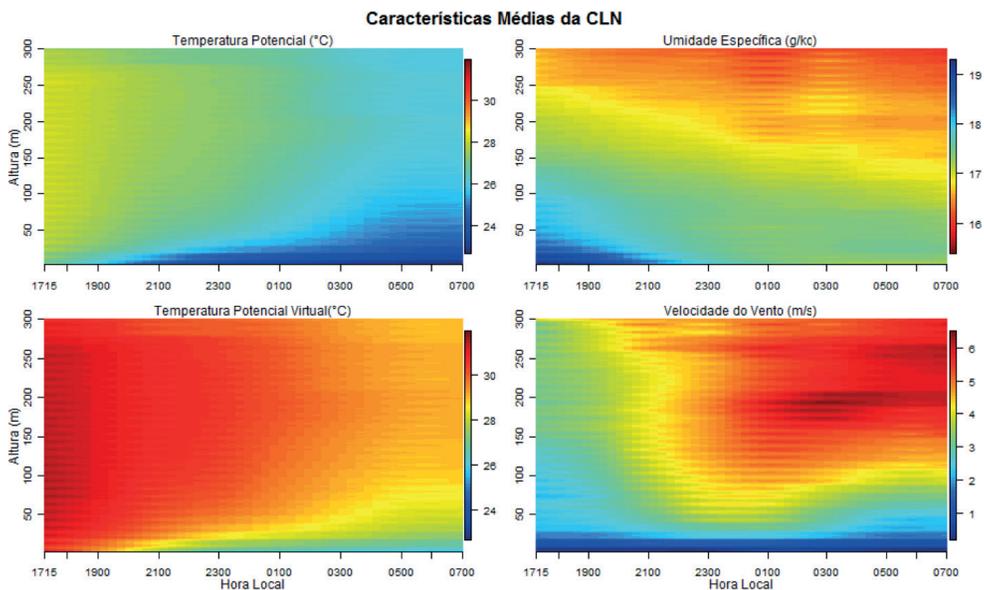



Figura 5. Características médias da CLN durante a campanha

As condições médias de QE mostram que a noite inicia mais úmida até 95 metros de altura, cerca de 2 g/kg a mais do que no fim da noite, o que pode ser resultado do processo evapotranspirativo do fim do dia e pela baixa intensidade do vento no inicio da noite, favorecendo a acumulação de umidade. No decorrer da noite a umidade fica praticamente constante até cerca de 150 metros, em torno de 18,5 g/kg, e nas altitudes superiores há uma dissolução dessa umidade para os níveis superiores, atinge valores de 16 g/kg. A TPV tem influência direta da quantidade de água disponível na atmosfera (QE) e da temperatura (TP), dessa forma, inicia a noite com valores mais elevados e vai resfriando no decorrer da noite e com a altura, pois a TP e QE vão diminuindo. A partir desse horário, a TPV e QE diminuem e seu valor também.

As condições de vento durante as noites de campanha tiveram comportamento médio como é mostrado ainda na **Figura 5**. Com baixas intensidades no início da noite, e aumento a partir das 22:00, atingindo os maiores valores, acima de 5 m/s a partir de 01:00 até início da manhã em alturas acima de 100 metros.

Análises também foram feitas para condições da CLN depois de um dia sem chuva, representado pelo dia 23. As características são similares da discutida na **Figura 5**, porém, devido às condições de radiação durante o dia, a qual foi um pouco mais intensa que a média, os perfis de TP e TPV tiveram valores mais elevados do que a média em cerca de 1°C. As condições de QE tiveram um pequeno aumento de cerca de 0.5 g/kg acima da média, o que pode ser uma consequência do aumento da temperatura do solo e consequentemente da maior evapotranspiração durante a noite. Além disso, a camada em que se encontra maior volume de água por volume total de ar estava enclausurada dentro dos 100 metros de altura, devido a menor intensidade da VV dentro dessa camada no decorrer da noite. Já acima dos 75 metros de altura, a partir das 21:00 a velocidade do vento sempre esteve acima de 4 m/s.

No caso de dia chuvoso, caso esse que ocorreu em três dos dez dias de sondagens, as condições temperatura que variam de 1,5 a 0,5 °C abaixo do que as condições médias da CLN, pois o calor armazenado no solo durante o dia é usado principalmente para evapotranspirar a grande quantidade de água disponível no solo. Assim, os valores na camada de umidade atingem valores acima de 18 g/kg em grande parte da atmosfera, até cerca de 250 metros no fim da noite. Essa camada de umidade também é consequência da baixa velocidade do vento (entre 0 e 1,5 m/s) que faz com que a mistura da umidade com a camada mais acima (menos úmida) torne-se menos eficiente, entretanto quando a velocidade do vento aumenta, as condições da umidade diminuem em até 1,5 g/kg como pode ser visto no inicio da noite.

A TPV, por sua vez, apresenta características parecidas com a CLN média no que diz respeito à estrutura, com resfriamento continuo e formação de uma camada superficial a partir das 21 horas. Vale notar que a TPV apresenta valores sempre menores na CLN em condições de dia de chuva do que em dias sem chuva em até 2°C.

3.4 Altura da camada limite noturna

Usando o critério 1 descrito na metodologia é possível verificar a evolução da camada limite durante o decorrer da noite para cada noite de sondagem, como mostrado na **Figura 6a**. O crescimento da CLN dá-se início um pouco antes das 18 horas, sendo que neste horário já alcança a altura de cerca de 50 metros. A CLN tem crescimento praticamente linear até à 01 hora atingindo em média 160 metros, a partir deste horário, até às 05 horas a altura tem taxa de crescimento menor e atinge aproximadamente 210 metros. Por fim entre 05 e 07 horas há um decréscimo na altura da CLN em aproximadamente 25 metros, atingindo a altura de 190 metros aproximadamente, valores condizentes aos encontrados na pastagem por Acevedo et al. (2004) e abaixo dos mostrados por Santos (2005). Ainda na **Figura 6a**, é possível verificar que os valores da altura do dia 15/16 a altura da CLN atinge valores acima da média, esse fato, pode ser por causa da a baixa velocidade do vento (~1 m/s) acima de 30 metros até 180 metros, o que gerou uma camada de leve estratificação, com alta acumulação de umidade, resultando em pontos de inversão situados em torno de 350 metros.

Em algumas noites, é possível perceber que a altura não é definida para algumas horas, isso se deve ao fato de que as sondagens não atingiram alturas superiores a 200 metros (tabela 1) ou não houve a identificação de um ponto de inversão confiável. Isso vale tanto para a análise do critério 1 como para o critério 2, mostrados nas **Figuras 6a** e **6b**.

Na **Figura 6b**, é apresentada a estimativa da altura da CLN a partir do ponto de inversão da TPV a partir dos perfis medidos. É notório verificar que o comportamento é similar ao método TP, porém, em algumas horas, as alturas são sempre menores, em alguns metros, das obtidas pelo critério1. As diferenças, em média, são de poucos metros em algumas horas como às 18:00 e à 01:00, e podem chegar a 35 metros de diferença às 22:00 e 03:00.

Apesar de na média parecer uma evolução típica da CLN usando os dois métodos, verifica-se a altura apresenta uma grande variabilidade de noite para noite, chegando a apresentar diferenças nas alturas de até 140 metros no mesmo horário. Isso devesse aos diversos fatores como condições meteorológicas durante o dia, umidade e intensidade do vento durante a noite, circulação de mesoescala e até mesmo linhas de instabilidade.

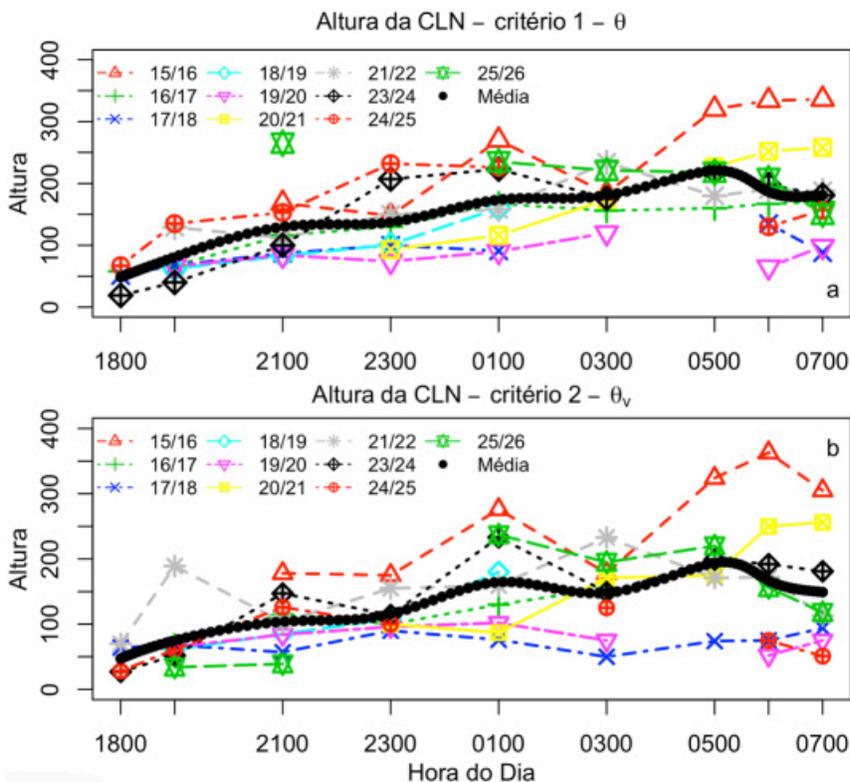



Figura 6. Estimativa da Altura da CLN. (a) Altura da CLN estimada pelo critério 1. (b) altura da CLN estimada pelo critério 2.

3.5 Estabilidade na camada limite noturna

Para verificação da estabilidade atmosférica utilizou-se de dois métodos, um para estabilidade estática e outro para estabilidade dinâmica como descrito na metodologia. As análises da estabilidade estática e dinâmica foram feitas para todas as noites, e como estas levam em consideração o gradiente de TPV com a altura, apresentaram camadas estáveis com alturas similares. Na **Figura 7a** mostra que em média a estabilidade estática é classificada como estável (cor azul escuro) da superfície a 130 metros de altura das 18 às 23 horas e a partir desse momento atinge até 180 metros de estabilidade. A instabilidade (cor laranja) começa a ser presenciada apenas acima dos 200 metros sempre com uma camada.

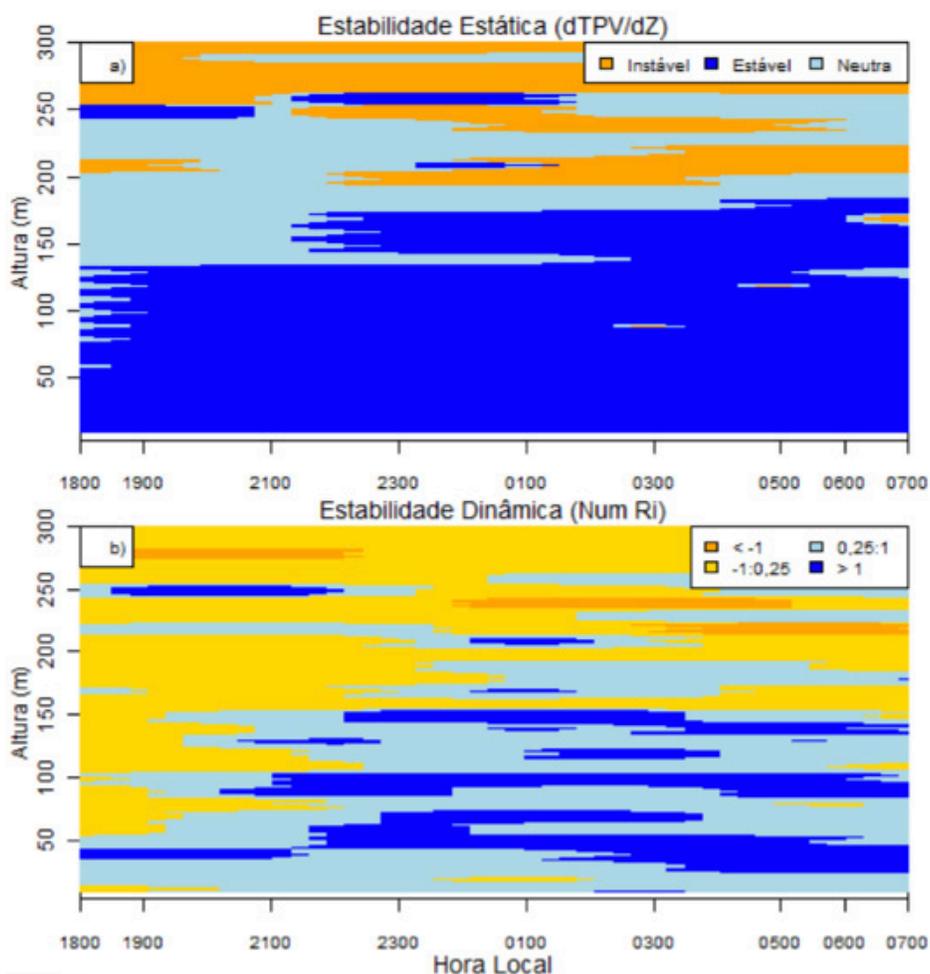



Figura 7. Condições de Estabilidade da CLN. (a) Estabilidade Estática; (b) Estabilidade dinâmica.

Na noite do dia 17/06 a condição de atmosfera estável atingiu pouco mais de 50 metros de altura. Isso pode ter ocorrido devido à velocidade do vento (~3 m/s) das 20 às 02:30, provocando uma melhor mistura e homogeneização da camada. Nas outras noites, a camada de estabilidade sempre esteve acima de 130 metros, acima disso a atmosfera encontrou-se em condição neutra e próximo aos 250 metros pode ser considerada instável, pois o gradiente de temperatura potencial virtual apresentaram valores negativos.

Já a **Figura 7b**, apresenta a média do número de Richardson Totalizador (Ri) para as 10 noites de sondagens. É possível notar, na média, o predomínio da condição de estabilidade sempre abaixo de 150 metros de altura, quando o Ri mostra valores sempre acima de 1, na cor azul escuro. Os valores em azul claro (de 0,25 a 1) indica a transição do estado turbulento para o estado laminar. A cor amarela, em que o Ri vale de -1 a 0,25 é o estado indica instabilidade com turbulência gerada praticamente por processos mecânicos (velocidade do vento), e por fim os valores em laranja indicam o escoamento dinamicamente instável.

É valido ressaltar que o comportamento dinâmico, a partir do Ri, caracterizou o escoamento laminar até altura de 150 metros para a maioria das noites, porém foi possível verificar que em algumas noites (16, 17, 20, 23 24) o escoamento estaticamente estável estava em torno de 50 metros e logo acima disso, a camada foi considerada instável devido à variação da velocidade do vento.

3.6 Taxa de resfriamento da CLN

O resfriamento a atmosfera se dá a partir do momento que o sol se põe, porém como o ar é um mal condutor de calor, esse resfriamento se dá de maneira gradativa, no sentido solo-atmosfera, devido à superfície perder calor mais facilmente que o ar logo acima dela. Nesse sentido, a taxa de resfriamento foi analisada utilizando os dados das sondagens e da estação meteorológica, assim tem-se um melhor entendimento do que ocorre desde 1 metro de profundidade até 250 metros de altura. Verificou-se que a taxa de resfriamento próximo à superfície é intensa, iniciando pouco antes das 17 até às 20:00 em média. Nesse período a taxa de resfriamento é em média de -1,6 °C/hora.

Em algumas noites, como nos dias 16, 17, 23, 24, a taxa atingiu valores um pouco acima de -2°C/hora. Porém, a partir das 20:00 o comportamento foi comum para todas as noites, com a taxa de resfriamento decaindo suavemente até às 22 horas e fica praticamente constante a partir desse período, apresentando uma taxa variando entre -0,1 a -0,4 °C/hora que é a mesma para atmosfera logo acima de 25 metros durante toda a noite.

4 I CONCLUSÃO

As condições meteorológicas na área de estudo mostram-se interessantes, visto que apresentam variabilidades diárias e sazonais bem definidas, além dos valores de precipitação serem menores do que a média da região. Esse pode ser um efeito direto causado pela brisa de rio, ressaltado por Fitzjarrald et al. (2008) e Cohen et al. (2014).

A evolução média das variáveis meteorológicas na CLN mostraram similaridades as noites estudadas, apresentando diferenças apenas se analisarmos noites com dias chuvosos e dias não chuvosos. De acordo com os resultados apresentados, observou-se que não existem grandes diferenças na a altura média da CLN utilizando os dois critérios para análise. Assim, o melhor método para estimar a altura da CLN nesta região ribeirinha não pode ser estabelecido com o conjunto de sondagens realizadas. Sugere-se a realização de sondagens mais frequentes e em diferentes estações do ano.

Em geral a estabilidade, analisada na forma estática e dinâmica, apresentaram características semelhantes, apresentando camada estável sempre abaixo de 150 metros e instável, com uma transição neutra no caso da estabilidade estática, acima disso. Já a taxa de resfriamento da CLN apresentou valores elevados nas primeiras duas horas da noite, logo após o por do sol e próximo a superfície, e permaneceu praticamente constante até o início da manhã. Esses resultados são confirmados com os dados da estação meteorológica (temperatura do ar e do solo), que apresentam o mesmo comportamento pelos resultados apresentados por Acevedo e Fitzjarrald (2001) e Santos (2005).

AGRADECIMENTO

À Fundação Amazônia Paraense de Amparo a Pesquisa, Edital 01/2010, ao CNPq, edital MCT/CNPq 14/2009 (483103/2009-8), pelo financiamento e ao Projeto LBA, pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, O. C.; FITZJARRALD, D.R. **The Early Evening Surface-Layer Transition: Temporal and Spatial Variability**. **Journal of the Atmospheric Sciences,** vol. 58, 2001.

ACEVEDO, O.; MORAES, O.; SILVA, R; FITZJARRALD D. R.; SAKAI, R.; STAEBLER R.; CZIKOWSKY, M. **Inferring nocturnal surface fluxes from vertical profiles of scalars in an Amazon pasture. Global Change Biology**, vol, 10, 886-894, 2004.

ACEVEDO, O. C.; SILVA R.; FITZJARRALD D. R.; MORAES, O.; SAKAI, R.; CZIKOWSKY, M. **Nocturnal vertical CO_2 accumulation in two Amazonian ecosystems. Journal Geophysical Research**, vol. 113, 2008.

ARYA, P.S. **Air Pollution, Meteorology and Dispersion.** Oxford University Press, New York, 1999.

COHEN, C. P. J.; FITZJARRALD, D. R.; D'OLIVEIRA, F. A. F.; SARAIVA, I.; BARBOSA, I. R. S.; GANDU A. W.; KUHN, P. A. **Radar-Observed Spatial and Temporal Rainfall Variability near The Tapajós-Amazon Confluence. Revista Brasileira de Meteorologia,**v. 29, n. esp., 23 - 30, 2014.

FISCH, G.; TOTA, J.; MACHADO, L. A. T.; SILVA DIAS, M. A. F.; LYRA, R. F. F. C.; NOBRE, A.; DOLMAN, A. J.; GASH, J. H. C. **The Convective Boundary Layer Over Pasture and Forest in Amazonia. Theoretical and Applied Climatology,** vol. 78, p.47-59, 2004.

FITZJARRALD, D. R.; SAKAI, R. K.; MORAES, O. L.; COSME de OLIVEIRA, R.; ACEVEDO, O. C.; CZIKOWSKY, M. J; BELDINI, T. **Spatial and Temporal rainfall variability near the Amazon-Tapajós Rivers Confluence**. **Journal of Geophysical Research,** vol. 113, 2008.

LU, L.; DENNING, A. S.; SILVA-DIAS, M. A.; SILVA-DIAS, P.; LONGO, M.; FREITAS, S. R.; SAATCHI, S. **Mesoscale circulations and atmospheric CO_2 variations in the Tapajós Region, Pará, Brazil**. **Journal of Geophysical Research,**vol. 110, 2005.

OLIVEIRA, A. P.; FITZJARRALD D. R. **The Amazon Breeze and Local Boundary Layer: I Observations. Boundary Layer Meteorology,** vol. 63: p. 141-162, 1993.

SÁ, L. D. A; ANDRADE, E. S. de. Curvatura do Perfil Vertical de **Temperatura Potencial Virtual acima do Pantanal em Períodos Noturnos: Diferenças entre as Estações Seca e Úmida. Revista Brasileira de Meteorologia,** vol. 21, 2006.

SANTOS, R. M. N. **Estudos da camada limite noturna na Amazônia.** 2005. 168f. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos, São Paulo, 2005.

SILVA, R. **Avaliação dos fluxos superficiais noturnos de escalares através do método de balanço da camada limite atmosférica**. 2006. 128 f. Tese (Doutorado em Física) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul,2006.

SILVA DIAS, M. A. F.; SILVA DIAS P. L.; LONGO M.; FITZJARRALD D. R.; DENNING A. S. **River breeze circulation in eastern Amazonia: observations and modelling results, Theoretical and Applied Climatology,** vol. 78(1), p. 111–121, 2004.

STULL, R. B. **An introduction to boundary layer meteorology.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.

TAPAJÓS, R. **Caracterização e Influência da Brisa do Rio Tapajós sobre dados Meteorológicos na Floresta Nacional do Tapajós**. 2017. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará, 2017.

CAPÍTULO 10

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS MOVÉIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Data de aceite: 01/06/2021

Kleiane Negalho Gatinho
Grupo de Magnetoeletricidade – GRUMA
Departmento de Física, Universidade Estadual do Maranhão
São Luís – MA
http://lattes.cnpq.br/8215325671063519

Suelen Rocha Botão Ferreira
Curso de Ciências Naturais, Universidade Federal do Maranhão
Codó, MA
http://lattes.cnpq.br/1272233351902347

Welberth Santos Ferreira
Grupo de Magnetoeletricidade – GRUMA
Departmento de Física, Universidade Estadual do Maranhão
São Luís – MA
http://lattes.cnpq.br/6293038824789467

RESUMO: Nos dias atuais as mídias já não se limitam apenas ao campo da informação e comunicação. Com a fusão das mídias a escola redefine-se no que diz respeito a ser repositório de informações e o professor passa a ter o papel de mediador e orientador da aprendizagem, devendo ser hábil no uso das tecnologias. Neste trabalho abordaremos as metodologias de ensino atualizadas, tais como: e-, m, b- e u- learning por considerá-las como o novo caminho a ser seguido como facilitador no processo ensino-aprendizagem.
PALAVRA-CHAVES: Tecnologias, Informação, Comunicação.

ABSTRACT: Nowadays, the media are no longer limited to the field of information and communication. With the merger of the media the school is redefined as it relates to being a repository of information and the teacher has the role of mediator and mentor of learning, and should be skilled in the use of technologies. In this work, we will approach the updated teaching methodologies, such as: e-, m-, b- and u-learning, considering them as the new way to be followed as a facilitator in the teaching-learning process.
KEYWORDS: Technologies, Information, Communication.

1 | INTRODUÇÃO

Abordaremos as tecnologias móveis e sem fio que podem ser aplicadas no ensino de ciências como facilitador no processo ensino-aprendizagem. Essas ferramentas auxiliam a visualização de elementos importantes que constituem cada um dos métodos de aprendizagem aplicados, atualmente em contexto interdisciplinar.

2 | MODELO CONCEITUAL E DIMENSÕES DE UM AMBIENTE E-LEARNING

O modelo conceitual é parecido com o modelo utilizado nas áreas de vendas, assim como nessas áreas o objetivo é satisfazer os clientes, nesta modalidade é basicamente satisfazer a necessidade dos alunos.

Assim na Fig. 1, o aluno é colocado no centro de experiências educativas e ao seu redor existe uma vasta variedade de recursos. A aprendizagem é uma atividade intelectual e social, sendo assim, os alunos devem usufruir formas de comunicação síncronas como meio de interagir com professores e outros alunos acerca de determinado conteúdo, e assíncronas que é preferência daqueles alunos mais tímidos.

Figura 1: Modelo conceitual e dimensional de um ambiente *e-learning*.

Fonte: Adaptado, LIMA (2003).

Além de aspectos pedagógicos há um conjunto de fatores que ajudam a criar um bom ambiente de aprendizagem, alguns se relacionam outros são independentes (LIMA, 2017). Khan elaborou um modelo de *e-learning* onde agrupa esses fatores em oito dimensões, Fig. 2:

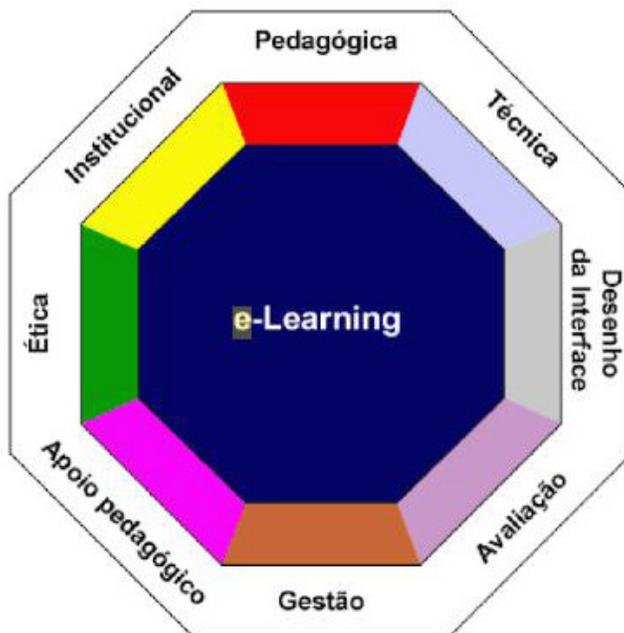



Figura 2: Dimensões de um ambiente *e-learning*.

Fonte: LIMA (2003).

- A dimensão pedagógica, refere-se ao ensino e a aprendizagem, está relacionada com fatores de, organização de conteúdos, métodos, meios tecnológicos;
- A dimensão técnica corresponde a infraestrutura do ambiente de aprendizagem, inclui planejamentos, equipamentos e aplicações;
- A dimensão desenho da interface refere-se ao aspecto do ambiente, como por exemplo, desenho da página, desenho do conteúdo;
- A dimensão avaliação refere-se à avaliação dos alunos, da instrução e do ambiente de aprendizagem;
- A dimensão gestão encarrega-se da manutenção do ambiente e da distribuição de informação;
- A dimensão apoio pedagógico realiza a análise das linhas e ais recursos que fomentam o ambiente;
- A dimensão ética refere-se à diversidade social e cultural, diversidade geográfica, diversidade de alunos, a privacidade e direitos autorais;
- A dimensão institucional abrange serviços administrativos e acadêmicos.

3 I ADESÃO DO *B-LEARNING* NA EDUCAÇÃO

O b-learning combina a aprendizagem presencial com a *online*. Parte do conteúdo fornecida *online* e, outra parte, presencialmente. Assim, as vantagens é que os usuários podem fazer o uso de forma combinada.

Baseado nas tecnologias de informação e comunicação (TIC's), o alcance dessas mudanças são cada vez mais rápidos e atingem cada vez mais pessoas, instituições educacionais buscam, cada vez mais, apropriarem-se dessas tecnologias. Moran, reforçou esta afirmação recentemente dizendo que as instituições utilizarão o *blended* como modelo predominante de educação, que unirá as modalidades presencial e EaD (DE CARVALHO SILVA, 2016).

O *b-learning* se constitui como uma alternativa para a educação convencional, possível criar diferentes modelos de ensino, dependendo da tecnologia, metodologia e abordagem pedagógica adotadas. Para que isso ocorra, é necessária uma nova forma nos cursos e, a redução do tempo presencial, tais cursos podem apenas reduzir sua eventualidade.

No Brasil, Carvalho Neto e Martins pesquisaram cursos *blended learning* sua pesquisa mostrou que: 80% dos alunos de graduação da universidade pesquisada disse estar satisfeito com o curso híbrido; estudar em casa foi considerado mais agradável do que na universidade; todos os professores gostaram da experiência e disseram que pretendiam repeti-la no futuro; os gestores da universidade ressaltaram vários aspectos positivos da adoção do *blended learning* nos cursos, entre eles a melhoria da reputação da instituição, a expansão do acesso de alunos aos cursos oferecidos pela instituição (DE CARVALHO SILVA, 2016).

4 I O M-LEARNING COMO PROPOSTA DE INOVAÇÃO DIGITAL

Uma das mais recentes apostas no mundo acadêmico tem sido o incentivo na utilização de tecnologias de ensino a distância mais vulgarmente designada e conhecida por plataformas de *e-learning*. No entanto, a perspectiva que se passará a apresentar é um pouco crítica em relação a esta opção, apesar de se sentir diversas vantagens, propondo uma outra abordagem, uma abordagem mais contextualizada ou uma abordagem mais ecológica, se se preferir, que é representada pelo formato de *m-learning (mobile learning), Fig. 3*.

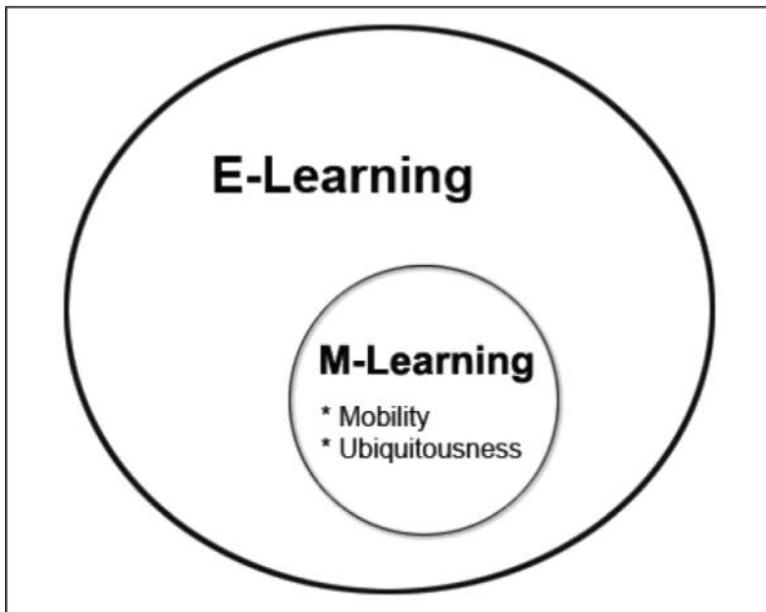



Figura 3: Do *e-learning* para o *m-learning*.

Fonte: M-LEARNING IS GOOD (2020).

A sua principal característica assenta no fato de ser (móvel) e de lhe estar associada a noção de (mobilidade/*mobility*), assim, poderá ser considerado *m-learning* somente quando o dispositivo possa ser transportado num bolso.

Contudo, há quem entenda esta definição como sendo muito redutora e pouco abrangente defendendo-se que o *e-learning* pode ser considerado como se tratando também de *m-learning.*

Uma grande diferença entre a utilização do formato de *m-learning* e o ensino tradicional é que enquanto o ensino tradicional assenta nos processos envolventes do professor, o *m-learning* assenta e baseia-se nos processos que envolvem a aprendizagem dos alunos. Por isso o *m-learning* se posiciona num ponto de vista dos alunos pelo facto de poder atender a cada caso e ao contexto e ambiente onde decorre o processo de aprendizagem.

A aprendizagem móvel é capaz de fornecer um mecanismo útil para enriquecer a aprendizagem dos alunos, o rápido desenvolvimento para a implantação de tecnologia móvel no âmbito escolar oferece aos alunos novas oportunidades para aumentar o engajamento, a motivação e a aprendizagem, o que se pretende com o uso dos dispositivos móveis no contexto educacional é educar os indivíduos não apenas para pesquisar e utilizar uma variedade de informações, mas também para criar novos elementos valiosos que possam ser usados para solução de problemas que estejam ligados à vida social desses indivíduos,

e, nesta perspectiva, o uso desse dispositivo tem muito a ser explorado (DAS GRAÇAS, 2015).

Mediante as possibilidades apresentadas pelo *m-learning*, é possível perceber que inúmeras estratégias didáticas podem ser utilizadas por professores e alunos, visando desta forma fornecer uma nova maneira de dinamizar o ensino tradicionalista, além de favorecer a inclusão tecnológica de maneira proveitosa para fins didático-pedagógicos. Uma comparação entre o *m-learning* e o ensino tradicional pode ser vista na Tab. 1.

	Ensino Tradicional	***m-learning***
Tempo	Muitas vezes limitado por horários escolares formais.	Sem restrições de tempo (o aluno pode estudar em qualquer lugar, e a qual quer hora, basta ter o dis positivo móvel).
Personalização	Limitado sob todos os aspectos de diferenciação e conceitos ensinados.	Personalizado através de aplicações, revisões, conceitos etc.
Ensino individualizado	Não individual (coletivo).	Individual, ou seja, pode ser altamente particular.
Contexto	Limitado a um local geograficamente definido.	A aprendizagem pode ocorrer em várias situações distintas, e em ambientes socialmente diversos.
Formal/Não formal/ informal	Formal – centrado na sala de aula.	Pode ser aplicado no ensino formal, não formal e também informal.
Aspecto sócio-conectividade	As conexões são predefinidas e habilitadas para este tipo de contexto.	Não é preciso ter conexão ativa durante o aprendizado, basta possuir as atividades ou tarefas.
Espontaneidade	Não é espontâneo.	Altamente espontâne5o

Tabela 1: Comparação entre o ensino tradicional quando fornecido em sala de aula e o *m-learning*.

Fonte: Adaptado, DAS GRAÇAS (2015, p.190.)

5 | APLICAÇÕES NA CINEMÁTICA ESCALAR

Na Física tem diversos tópicos que, são de difícil compreensão para os alunos, no estudo dos movimentos incluem-se, por exemplo: cinemática, vetores e grandezas vetoriais. Nesses tópicos, assim como em outros, muitos estudantes possuem dificuldades para dominar os conceitos e entender suas propriedades por métodos convencionais, o que torna difícil suas aplicações na resolução de diversos problemas da Mecânica.

O "Ciência dos movimentos" (Fig. 4), é um aplicativo que foi desenvolvido para dispositivos móveis, onde este atua como ferramenta no ensino da Física, sendo um aplicativo *m-learning* utilizado para apoiar o ensino e aprendizado da cinemática, tanto em sala de aula quanto em casa, sendo utilizado por professores e alunos. Focado no conteúdo do ensino médio, apresenta os conceitos básicos e as características dos principais tipos de movimento. O livro-aplicativo aborda o conteúdo de cinemática escalar e vetorial.

Figura 4: *Software* Ciência dos Movimentos.

Fonte: Autoria própria.

A *EvoBooks* desenvolve conteúdo curricular enriquecido, oferecendo material didático e modelos 3D interativos para computadores, tablets, smartphones e lousas digitais. Tendo como proposta facilitar o processo de ensino-aprendizagem, levando às salas de aula uma evolução do livro didático impresso, podemos ver um exemplo na Fig. 5.

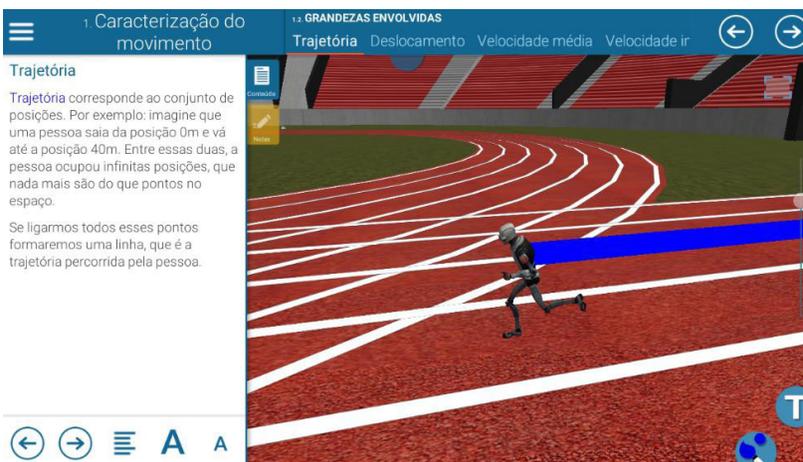



Figura 5: Aplicativo em execução, exemplificando a trajetória do movimento.

Fonte: Autoria Própria.

Diante do exposto, simulação de fenômenos físicos foram desenvolvidas, estas abordagens enriqueceram e atualizaram as atividades de ensino, bem como expandiram as possibilidades de lecionar, na tentativa de aumentar o interesse dos alunos pelo conteúdo ensinado na Física, tornando seu entendimento mais agradável (SAP LITMOS, 2020).

Os quadros interativos são dispositivos eletrônicos que projetam imagens dos computadores em sua tela na qual o usuário pode interagir, sendo assim um dispositivo de entrada e saída de dados capaz de potencializar o espaço de ensino-aprendizagem (GRÁFICOS DE LABORATÓRIO, 2021).

As simulações de experimentos são importantes na educação. As atividades experimentais, são fundamentais no ensino das ciências.

6 | APLICAÇÃO NA ÓPTICA GEOMÉTRICA

O u-Learning trata da integração de metodologias de ensino com tecnologias advindas da computação ubíqua. Aprendizagem ubíqua pode ser definida como a utilização de dispositivos e tecnologias móveis, sensores e mecanismos de localização, os quais levam em consideração características particulares dos estudantes, objetivando auxiliar no processo educacional (PARISE, 2014).

Assim, temos o *software Ray Optics* (Fig. 6) que consiste de um completo simulador e solucionador para óptica geométrica, tendo como principais características a simulação de qualquer problema de raio óptico. Este é aplicado no ensino da Física, diante da sua funcionalidade podemos mover a lente / espelhos arrastando-os e ver o diagrama de raios e a posição da imagem em tempo real. Além disso, a solução detalhada ajuda a entender os fundamentos e as fórmulas do Ray Optics necessários para solucionar qualquer problema. O aplicativo aborda também conceitos de reflexão e refração e sua implicação em tempo real.

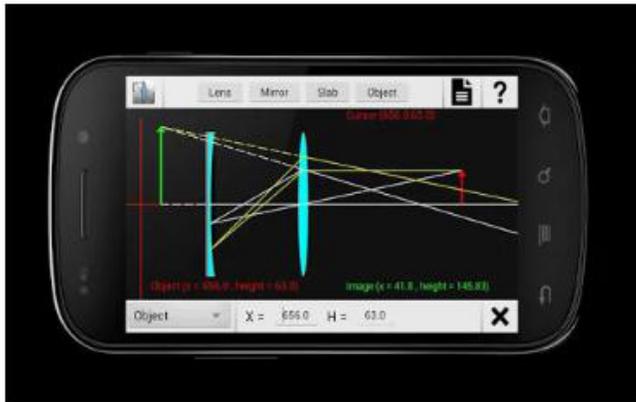



Figura 6: Tela inicial do *software ray optics*.

Fonte: Autoria própria.

7 | CONCLUSÃO

As mídias não se limitam apenas ao campo da informação, na área educacional, as mesmas, ainda estão sendo incorporadas de forma lenta e descompassada se comparadas ao ritmo no setor produtivo, na atualidade a troca de informações em sala de aula é pertinente, na qual o professor não é mais o detentor de todo o conhecimento, sendo o aluno o principal responsável pela construção do mesmo, assim sendo, as TIC's veem contribuir para melhorar as práticas de ensino referentes à educação. Dentro do campo das TIC's a sala de aula invertida, é uma estratégia que muda os paradigmas do ensino presencial, ocorrendo assim, uma inversão no modelo tradicional. Dessa forma a tecnologia educacional tem o objetivo de melhorar a qualidade do ensino. Portanto, a tecnologia se bem utilizada pode beneficiar o trabalho pedagógico.

Diante do exposto, uma das mais recentes apostas no mundo acadêmico tem sido o incentivo na utilização de tecnologias de ensino, a mais vulgarmente designada e conhecida por plataformas.

Apresentamos o *e-learning* que não é tão recente, tendo uma abordagem mais contextualizada representada pelo *m-learning* que se desenvolve de forma rápida, mas

superficialmente. Dando continuidade mencionamos o *u-learning* que implementa o ensino virtual de forma rápida, fácil, atrativa e profissional. Observamos que, existe a necessidade de aplicarmos as diversas metodologias mostrada ao longo deste trabalho nas mais diversas esferas, sendo na rede de ensino básico, médio e superior, afim de obtermos melhores resultados, respeitando assim as limitações de cada aluno e ofertando a metodologia que mais se ajusta as suas necessidades.

REFERÊNCIAS

DAS GRAÇAS CLEOPHAS, Maria et al. M-learning e suas Múltiplas Facetas no contexto educacional: Uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, 2015.

DE CARVALHO SILVA, Alexandre José; MARTINS, Ronei Ximenes. ESTUDO SOBRE A ADOÇÃO DE BLENDED LEARNING NA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Reflexão e Ação**, v. 24, n. 2, p. 6-23, 2016.

GRÁFICOS DE LABORATÓRIO. **Vetores**. Disponivel em: <https://www.freepik.com/free- photos-vectors/laboratory>. Acesso em: 20 fev. 2021.

LIMA, Jorge Reis; CAPITÃO, Zélia Maria Amaro. **e-Learning e e-Conteúdos**. Centro Atlântico, 2003.

M-LEARNING IS GOOD. **What is mobile learning?**. Disponivel em: <https://mobileben. wordpress. com/2010/06/02/what-is-mobile-learning/>. Acesso em: 04 out. 2020.

PARISE, Doglas et al. U-Learing–O futuro do EAD. **3º Seminário Nacional de Inclusão Digital**, v. 3, 2014.

SAP LITMOS. **The 9 key components of an elearning template**. Disponivel em: <https://www.litmos. com/pt-br/blog/uncategorized/the-9-key-components-of-an-elearning-te mplate>. Acesso em: 28 dez. 2020.

SOBRE O ORGANIZADOR

FRANCISCO ODÉCIO SALES - Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2008) onde foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral (2005) e bolsista de Iniciação Científico (PIBIC) financiado pelo CNPq (2005-2008) desenvolvendo pesquisa na área de Geometria Diferencial, com ênfase em Superfícies Mínimas e Equações Diferenciais Aplicadas. Licenciado Pleno em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2009). Especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2015). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Especialista em Docência na Educação Profissional, Científica e tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (2020). Foi professor da rede pública estadual do Ceará entre 2009 e 2019, atuando no magistério do ensino fundamental e médio. Atuo entre 2013 e 2016 como Assessor Pedagógico na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC/CE) onde coordenou projetos relacionados a educação Financeira, Educação Fiscal, Educação Cientifica e Formação de Professores. Representou o Ceará nas reuniões iniciais para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Matemática. Professor tutor da Universidade Aberta do Brasil (UAB/IFCE) desde de 2010 atuando na Licenciatura Plena em Matemática. Atualmente é Professor de Educação Básica, técnica e tecnológica (EBTT) do Instituto Federal do ceará (IFCE) atuando nas licenciaturas em Matemática e Física. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Geometria Diferencial. Coordena o Polo Olímpico de Treinamento Intensivo (POTI) de Crateús e o Projeto de Intervenção em Matemática (PIM). Atua nas seguintes frentes de pesquisa: Superfícies Mínimas, Geometria não euclidiana, Olimpíadas de Matemática e Equações Diferenciais Aplicadas. É membro do Laboratório de Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Música (IFCE Campus Crateús), do Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Matemática do IFCE e Professor Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Ensino de Matemática do Ceará - GEPEMAC (em reconhecimento pelo CNPq). Orientador de Graduação e pós graduação (Monografia e TCC). Membro do corpo editorial das editoras Atena, DINCE e InVivo e da Revista Clube dos Matemáticos. Autor de livros na área de Matemática e Educação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

C

E

F

G

H

I

J

M

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS:
Conhecimentos e pesquisas

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS:

Conhecimentos e pesquisas

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021